

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

DISERTACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN REDES DE COMUNICACIONES

TEMA:

**“ESTUDIO DE LOS BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SEGUNDA
PORTADORA EN UMTS PARA UNA OPERADORA MÓVIL”**

AUTOR: Ing. Rodrigo Gabriel Veintimilla Muñoz

DIRECTOR: Dr. Gustavo Chafía Altamirano PHD

Quito – Julio, 2016

RESUMEN

Este trabajo presenta, un estudio acerca de los beneficios que traería la implementación de una nueva portadora para el servicio de telefonía celular en una operadora móvil. En primera instancia se encontrará las justificaciones, antecedentes, objetivos del presente proyecto así como también un estudio del tráfico actual de abonados y los problemas de capacidad que tiene la red móvil celular.

En el capítulo dos se realizará una introducción a las comunicaciones móviles para dar una visión global sobre su evolución hasta llegar a la tecnología 3G, y comprender cada una de las partes que la componen, presentando los aspectos más relevantes. También se trata de plantear los puntos clave a la hora de realizar la parametrización de una celda 3G lo cual dará una visión de cómo se pretende implementar una nueva portadora a la red existente.

En el tercer capítulo se realizará un análisis de la red actual, posteriormente indicando los beneficios de implementar una nueva portadora a la red y detallando la configuración a realizar dentro de los parámetros para cambio de frecuencias y configuración de equipos y los recursos que se necesitarían conjuntamente con los parámetros de movilidad para que no se afecte la red actual.

Para el cuarto capítulo se analizará los requisitos técnicos de infraestructura necesaria y detallar el posible escenario de despliegue. Adicionalmente se realizará el análisis del impacto que tendría la activación de este servicio para el usuario.

Para el quinto capítulo finalmente, se harán las valoraciones sobre los objetivos conseguidos, las dificultades surgidas durante el proyecto así como sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

Se realiza también al final del presente estudio, un análisis de costos de la solución propuesta para poder ofrecer una idea del presupuesto con el cual se debe contar para poder adquirir una solución de este tipo.

ABSTRACT

This paper presents a study on the benefits that would bring the implementation of a new carrier for cell phone service in a mobile operator. In the first instance the justifications, background, objectives of this project as well as a study of the current subscriber traffic and problems of capacity of the cellular mobile network will be.

In chapter two is an introduction to mobile communications made to give an overview of its evolution into 3G technology, and understand each of the component parts, presenting the most relevant aspects. It is also to raise the key points when set the parameters of a 3G cell which will give us a vision of how it intends to implement a new carrier to the existing network.

In the third chapter analyzes the current network will be subsequently indicating the benefits of implementing a new carrier's network and detailing the configuration to perform within the parameters for frequency change and configuration of equipment and resources needed together with mobility parameters so that no current network is affected.

For the fourth chapter the technical requirements necessary infrastructure will analyze and detail the possible deployment scenario. Further analysis of the impact the activation of this service to the user is performed.

For the fifth chapter finally, valuations on the objectives achieved will be made, the difficulties encountered during the project and possible future lines that could be made from this project and their respective conclusions and recommendations.

It is also done at the end of this study, a cost analysis of the proposed solution to offer an idea of the budget that you must have to acquire a solution of this type.

AUTORÍA

Yo, Rodrigo Gabriel Veintimilla Muñoz, portador de la cédula de ciudadanía No.1722349311, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Rodrigo Gabriel Veintimilla Muñoz

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida madre Ximenita, quien con su esfuerzo y trabajo ha logrado cada día brindarme un apoyo para poder lograr mis objetivos, dándome sabios concejos y amor incondicional, te quiero mucho madre.

A mis abuelitos Jaime y María por siempre estar preocupados y presentes en todo momento cuidándome, pendientes de mi futuro.

A mi esposa Alejandra por todo el amor y el apoyo que me brinda día a día, este es el primero de muchos logros juntos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme luz en el camino y así poder cumplir mis objetivos.

A mi Padre William quien me ha enseñado los valores de respeto y responsabilidad para ser un hombre de bien.

Agradezco también Universidad Católica del Ecuador y en particular al Dr. Gustavo Chafra, por ayudarme con su guía durante el desarrollo del proyecto. Gracias por su tiempo.

Gracias a mis correctores el Ing. Alberto Pazmiño Proaño y al Ing. Francisco Rodríguez Clavijo MSc, por su cooperación y apoyo en la terminación del documento escrito.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS	12
CAPÍTULO I	13
1. Introducción	13
1.1. Justificación.....	14
1.2. Antecedentes	15
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo General:	17
1.3.2. Objetivo Específicos:	17
CAPÍTULO II	17
2. Estado del Arte.....	18
2.1. Introducción	18
2.2. Sistema UMTS	18
2.3. Arquitectura UMTS.....	19
2.4. Tecnología WCDMA	20
2.5. Principios de Radio	22
2.5.1. Duplexación por división de tiempo (TDD).....	22
2.5.2. Duplexación por división de frecuencia (FDD)	23
2.6. Operación de Propagación	24
2.7. Traspaso (<i>Handover</i>).....	25
2.7.1. <i>Softer – Handover</i>	25
2.7.2. <i>Soft – Handover</i>	26
2.7.3. <i>Hard – Handover</i>	26
2.8. Indicadores Básicos.....	32
2.8.1. Potencia Recibida en un Código	32
2.8.2. Indicador de Fuerza de la Señal Recibida (RSSI)	32
2.8.3. EC/NO.....	33

2.9. Análisis de la red actual UMTS.....	33
CAPÍTULO III.....	35
3. Beneficios de implementación de 2P en red UMTS	35
3.1. Introducción	35
3.1.1. Expansión de Capacidad	35
3.1.2. Incremento de <i>Throughput</i>	36
3.1.3. Control de Potencia	36
3.4. Configuración de la nueva portadora	38
3.4.1. Configuración de Frecuencias a utilizar en 2P.....	38
CAPÍTULO IV.....	40
4. Requisitos técnicos para implementación de 2P y despliegue	40
4.1. Introducción	40
4.2. Recursos de Hardware.....	40
4.2.1. Sub-Units.....	44
4.2.2. Identificación de Módulos RF en la Red.....	45
4.3. Escenario de despliegue de 2P en la red UMTS	47
4.4. Análisis de la red 3G posterior a la activación de la nueva portadora.	49
4.6. Presupuesto	63
CAPÍTULO V.....	65
5.1. Conclusiones	65
Bibliografía	68
Anexos.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura básica de una red UMTS Release 99	20
Figura 2. Tecnología WCDMA.....	21
Figura 3. Frecuencias en Uplink y Downlink WCDMA.....	22
Figura 4. Duplexación por división de tiempo	23
Figura 5. Duplexación por división de frecuencia	24
Figura 6. Representación de portadoras en una red.....	25
Figura 7. Traspaso de llamadas Softer-Handover	26
Figura 8. Traspaso de llamadas Soft-Handover	26
Figura 9. Traspaso de llamadas Intra-frequency	27
Figura 10. Traspaso de llamadas Inter-frequency	28
Figura 11. Vecinas externas.	29
Figura 12. Vecinas Intra-frecuencia.	29
Figura 13. Vecinas Inter-frecuencia.	30
Figura 14. Vecinas Inter-frecuencia.	31
Figura 15. Solapamiento de cobertura en ECNO y RSCP.	37
Figura 16. UARFCN utilizado en la red.	39
Figura 17. Separación entre portadoras en la red.	39
Figura 18. Modelo de FLEXI WCDMA BTS.....	41
Figura 19. Slots del módulo principal en el NodoB.....	42
Figura 20. Conexión entre el módulo principal y el módulo de expansión.....	42
Figura 21. Especificaciones de los módulos disponibles en la red actual.	45
Figura 22. Ejemplo de parametrización en sitio con segunda portadora.....	46
Figura 23. Combinaciones de System module para identificación de CE en la red.....	46
Figura 24. Proceso de validación para nueva portadora.....	49
Figura 25. Eficiencia de Voz y Datos.	50
Figura 26. Revisión SHO Success Rate.	51
Figura 27. Revisión de usuarios simultáneos en HSDPA y HSUPA.	51
Figura 28. Revisión Máximos usuarios en HSDPA y HSUPA.....	52
Figura 29. Revisión Drop en CS y PS.....	53
Figura 30. Revisión Tráfico CS, R99, HSPA.....	53
Figura 31. Revisión PRACH sector 1 del NodoB.....	54

Figura 32. Revisión PRACH sector_2 del NodoB.	55
Figura 33. Revisión PRACH sector_3 del NodoB.	55
Figura 34. Revisión PRACH sector_1 nueva portadora del NodoB.	56
Figura 35. Revisión PRACH sector_2 nueva portadora del NodoB.	56
Figura 36. Revisión PRACH sector_3 nueva portadora del NodoB.	57
Figura 37. Análisis RTWP sector_1 NodoB.	58
Figura 38. Análisis RTWP sector_2 NodoB.	58
Figura 39. Análisis RTWP sector_3 NodoB.	59
Figura 40. Análisis RTWP sector_1 nueva portadora NodoB.	59
Figura 41. Análisis RTWP sector_2 nueva portadora NodoB.	60
Figura 42. Análisis RTWP sector_3 nueva portadora NodoB.	60
Figura 43. Comparación Drive Test sector_1.	61
Figura 44. Comparación Drive Test sector_2.	62
Figura 45. Comparación Drive Test sector_3	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación de vecinas externas.....	29
Tabla 2. Relación de vecinas intra-frecuencia	30
Tabla 3. Relación de vecinas inter-frecuencia.	30
Tabla 4. Relación de vecinas externas GSM.....	31
Tabla 5. Combinaciones de System module.....	45
Tabla 6. Características antenas para nueva portadora.	48
Tabla 7. Presupuesto del proyecto.....	64

CAPÍTULO I

1. Introducción

El avance que ha tenido la tecnología ha sido impactante para los usuarios, con nuevas y sofisticadas aplicaciones, contenidos audiovisuales e interactivos lo que ha llevado a un incremento en el uso del ancho de banda, este aspecto sobrelleva en si un aumento del espectro radioeléctrico, el mismo que es un recurso natural y limitado perteneciente al dominio público del Estado, el cual administra y controla dicho recurso.

Con la firma del contrato con el Estado para la ampliación del espectro a las operadoras móviles en Ecuador, se concesionaron frecuencias de espectro adicionales se puede tener la posibilidad de implementar nuevas portadoras, con lo cual se pretende ayudar al desbordamiento de tráfico de usuarios en telefonía móvil para mejorar el servicio y navegación por parte del usuario para que sean óptimas, ya que en los últimos años se ha evidenciado un incremento exponencial en los abonados de las operadoras de telefonía móvil lo que ha provocado la disminución de capacidad en las estaciones bases instaladas en el país.

Para la implementación de la nueva portadora se debe tomar en cuenta varios aspectos importantes tanto físicos como lógicos para su implementación en la red telefónica móvil, es por eso que en el presente documento se analizará los parámetros necesarios que necesitarán cambiarse así como también se mencionará un posible escenario de despliegue de la nueva portadora incluyendo estadísticas de determinados sitios donde se realizaron las pruebas con las cuales se podrá comprobar el beneficio que puede brindar dicha portadora.

1.1. Justificación

En la actualidad en el Ecuador la telefonía móvil avanza a pasos enormes, hemos observado un incremento exponencial en estos servicios de acuerdo a las necesidades de las personas y al ritmo de vida que llevan, tanto ha sido que en cifras en el Ecuador en 2008 se tenía alrededor de 11,692,248 total de líneas activas del SMA mientras que en enero de 2015 se llegó a tener 17,260,1792 total de líneas activas del SMA [1]. (**Arcotel, 2016**).

Ha sido tanto el incremento de abonados que se estimaba que con la numeración de 9 dígitos que se tuvo hasta antes del 30 de septiembre del 2012 solo se hubiera tenido capacidad para aumentar más líneas de telefonía inalámbrica celular hasta el año 2015.

Es por eso que la proyección del departamento técnico de la Superintendencia de Telecomunicaciones mostró la urgente necesidad de aumentar un número para este sistema, de lo contrario hubiera colapsado. Con el aumento del número 9 luego del cero se logró incrementar a 100 millones las líneas inalámbricas celulares. Hay que tomar en cuenta que en el Ecuador no solo se tiene 18 millones de personas que tienen una línea celular en sus manos, sino que el sistema también es utilizado para otros fines, como lo es el uso de *tablets*, localizadores, cámaras de vigilancia que envían en tiempo real la información, entre otros artefactos modernos que demandan de una línea celular.

Es por eso que la capacidad y el tráfico que cursa por la red de las operadoras móviles no abastecen a todas las líneas que se tienen en el país convirtiéndose un problema para el usuario móvil ya que encuentra deficiente el servicio prestado. Es por eso que se ha presentado una propuesta para poder balancear dicho tráfico de usuarios y mejorar de esta manera los niveles de calidad. Este trabajo busca indicar los beneficios de incorporar a las operadoras móviles una segunda portadora, este proceso es transparente para el

usuario, la diferencia se encontraría en la calidad de servicio que se propone brindar para aumentar la capacidad.

No existen trabajos anteriores respecto a dicha implementación en el país, esta solución se da ya que la red telefónica móvil no tiene capacidad para todos los usuarios que utilizan las mismas. Se tiene precedentes en otros países que han implementado hasta una cuarta portadora en sus redes por la cantidad de usuarios que han ido en aumento.

1.2. Antecedentes

Las comunicaciones móviles se encuentran en un crecimiento exponencial en todo el mundo así como en el país, cada vez este sector de Telecomunicaciones ha ido incrementando sus abonados lo que ha provocado que la red de las operadoras móviles actuales vaya colapsando, lo que ha ocasionado una reducción de calidad en el servicio y por ende una molestia en el usuario final. La capacidad de abonados dentro de la red telefónica móvil ha llegado a su límite ya que al tener tantos usuarios intentando acceder a una celda está colapsa y degrada sus servicios de voz y de datos así como también no permite nuevos intentos de conexiones.

Esto se convierte en un problema para la operadora que brinda el servicio así como el usuario ya que hoy por hoy con las leyes regulatorias se imponen multas por la degradación o suspensión de servicios por parte de las operadoras.

Con todas estas referencias para poder incrementar la capacidad de usuarios dentro de la misma red se ha decidido implementar una nueva portadora que permita distribuir de mejor manera el tráfico de usuarios y de esta manera mejorar sus servicios de datos y voz.

Esta solución no ha sido contemplada anteriormente ya que para realizar esta nueva implementación se necesita del uso de frecuencias que se encuentran dentro del espectro electromagnético, lo cual como se sabe es un recurso limitado y regulado por el estado, quién es el encargado de brindar las concesiones de frecuencias en este caso a los diferentes operadores de telefonía móvil.

Actualmente las operadoras de Movistar (Otecel), Claro (Conecel) trabajan en la frecuencia de 850Mhz y 1900Mhz mientras que la operadora CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) trabaja en la frecuencia de 1900Mhz, con la nueva concesión para otorgar espectro por el estado ecuatoriano firmada en Febrero de 2015, otorgan 110Mhz adicionales de espectro radioeléctrico para poder instalar una futura red 4G LTE y también para ampliar el espectro de la actual red 3G que opera en Ecuador. Para Movistar se establecieron 50 MHz de espectro, mientras que para Claro fueron 60 MHz para la nueva red 4G. “Ambos operadores podrán operar con LTE en las bandas 1700 y 1900. Adicional a eso, Movistar obtuvo 10 MHz de espectro para su actual red 3G, mientras que Claro obtuvo 20 MHz [2].“ **(Munizaga, 2015)**.

Dentro de estos últimos 10 MHz y 20 MHz de espectro adicional se pretende colocar una nueva portadora en cada operador y de esta manera aumentar la capacidad de la red actual 3G.

Luego de la aprobación de la concesión se necesita un cambio en los equipos (módulos) instalados actualmente en las Radiobases así como también se necesita realizar el cambio de antenas que al momento operan en Single Band por Antenas Dual Band, esto es debido a que se mantendrán la misma distribución de sitios o Radiobases para abaratar costos y no realizar nuevos planes de búsqueda para otras estaciones,

optimizando los recursos que se tienen.

El despliegue inicial se lo realizará en Quito luego paulatinamente se ira realizando en las demás ciudades del país. Con esta solución el más beneficiado será el usuario final, el cual podrá ver una diferencia en el servicio brindado tanto en datos como en voz.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Estudio de los beneficios de la implementación de una segunda portadora en UMTS para una operadora móvil.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Analizar del tráfico actual de abonados y los problemas de capacidad que tiene la red móvil celular.
- Describir las principales características que ofrece la red 3G y breve análisis de la red actual UMTS en el país.
- Describir los beneficios que se logran al implementar una nueva portadora en UMTS y la configuración dentro de la red de telefonía celular.
- Investigar los requisitos técnicos necesarios para poder realizar una propuesta de diseño y describir el escenario de despliegue con su presupuesto.
- Determinar conclusiones, recomendaciones sobre el proyecto realizado.

CAPÍTULO II

2. Estado del Arte

2.1. Introducción

Actualmente la demanda creciente de abonados que solicitan servicios multimedia dentro de telefonía móvil ha sido exponencial, ocasionando que la infraestructura no cubra adecuadamente las solicitudes de los usuarios, esto influye en la capacidad que tienen los NodosB, velocidad de subida y bajada de datos, así como también la falla en conexión de llamadas, siendo muchas veces imposible realizar las llamadas.

Para poder solventar este problema se han propuesto diferentes alternativas para mejorar el servicio que se ofrecen a través de la telefonía móvil, una de ellas ha sido instalar nuevas radio bases (NodosB), instalar celdas *indoor* en edificios donde se tiene una alta densidad de abonados, aumentar el número de licencias para las estaciones realizando un análisis de capacidad, o poder migrar a una nueva tecnología de red como es *Long Term Evolution* (LTE) la que ayudaría a balancear el tráfico.

2.2. Sistema UMTS

“El sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) inicialmente iniciado por el ETSI (European Telecommunications Standards Institute), actualmente su especificación se encuentra a cargo de 3GPP (Third Generation Partnership Project), así como también se encuentra participado por varios organismos de normalización regionales. UMTS es basado en el uso de una tecnología de radio WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*), dentro de la cual existen dos modos de operación, FDD (*Frequency Division Duplex*) y TDD (*Time Division Duplex*). En una primera fase para UMTS se consideró utilizar elementos disponibles en las anteriores redes GSM, para

posteriormente plantear la evolución en fases posteriores [2].” (Díaz, 2014)

2.3. Arquitectura UMTS

En la arquitectura básica de una red UMTS conforme la Release 99 distinguimos las tres partes esenciales: los equipos de usuario, la red de acceso, UTRAN, y el núcleo de red, CN. Los equipos de usuario se comunican con los Nodos-B a través de la interfaz Uu basada en WCDMA. Los Nodos-B, a su vez, se conectan a los RNC mediante la interfaz Iub (abreviatura de Iu-bis). Sobre Iub se transporta el tráfico de usuario (voz, datos, vídeo, etc) y también la señalización móvil-red, intercambiada entre el equipo de usuario y el núcleo de red (MSC o SGSN, según el caso) [2] (Díaz, 2014).

Desde el punto de vista de arquitectura, el parecido es completo, siendo las mejoras esencialmente de tipo funcional y de prestaciones, lo que permite el soporte de nuevos servicios y con mayores tasas de bit. Así, en el núcleo de red UMTS se encuentran los elementos habituales del subsistema de conmutación GSM/GPRS: los equipos de conmutación (MSC y GSN) y las bases de datos o registros (HLR, VLR, EIR). En el caso de UMTS, estos elementos se distribuyen en dos dominios: el de conmutación de circuitos, CS (*Circuit Switched*) y de conmutación de paquetes, PS (*Packet Switched*) [2] (Díaz, 2014).

La comunicación entre la red de acceso y el núcleo de red se efectúa a través de la interfaz Iu, que conecta a cada RNC con su MSC y su SGSN. Sobre esta interfaz se transporta el tráfico de usuario y la señalización móvil- red hacia el dominio CS o PS, según se trate de una comunicación modo circuito o modo paquete, respectivamente. Esta distinción da lugar a la descomposición lógica de la interfaz Iu en dos interfaces: la interfaz

Iu-CS (hacia el domino CS) y la interfaz Iu-PS (hacia el dominio PS) [2].

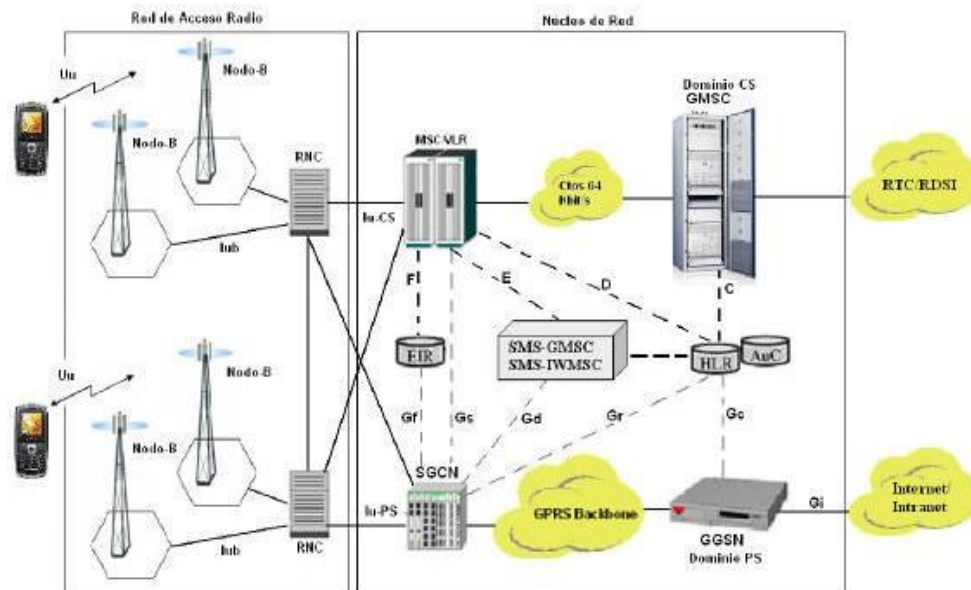


Figura 1. Arquitectura básica de una red UMTS Release 99

2.4. Tecnología WCDMA

WCDMA con sus siglas en inglés *Wideband Code Division Multiple Access*, es una técnica de multiplexación que se basa en CDMA, proporciona nuevas capacidades de servicio, aumento de la capacidad de la red y la reducción del costo de los servicios de voz y datos en comparación con las tecnologías 2G.

Cabe recalcar que es una tecnología de difusión directa, lo que significa que va a extender sus transmisiones a través de una portadora extendida de 5 MHz. De ahí el nombre *Wideband* (banda ancha) CDMA.

WCDMA es una de las normas IMT-2000 de la UIT, y es el estándar 3G global líder elegido por 8 de 10 operadores más grandes del mundo.

Todos los usuarios comparten el mismo dominio de la frecuencia y el tiempo, en este caso los usuarios están separados por código, los códigos utilizados son ortogonales.

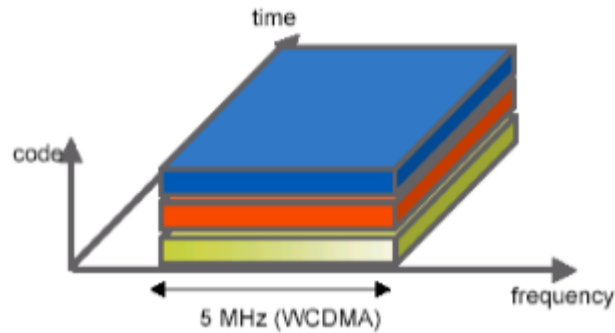


Figura 2. Tecnología WCDMA

WCDMA tiene las siguientes características:

- Requiere transmisión digital
- Normalmente, el ancho de banda más amplio en comparación con TDMA
- Se puede combinar con FDMA (para más de un portadora)
- El ancho de banda nominal del canal de la señal de WCDMA es de 5 MHz.

La especificación proporciona la flexibilidad para definir la frecuencia central del canal de 200 KHz de la trama, por lo que la separación de canales real podría ser menor que la nominal 5 MHz, hasta el mínimo especificado de 4,4 MHz. Los datos que van desde el UE hacia el Nodo B son enviados a través de una portadora la misma posee una frecuencia de subida, mientras que los datos viajan desde el Nodo B hacia el UE se transportan en otra portadora lo que se denomina frecuencia de bajada como se muestra en la *Figura 3*.

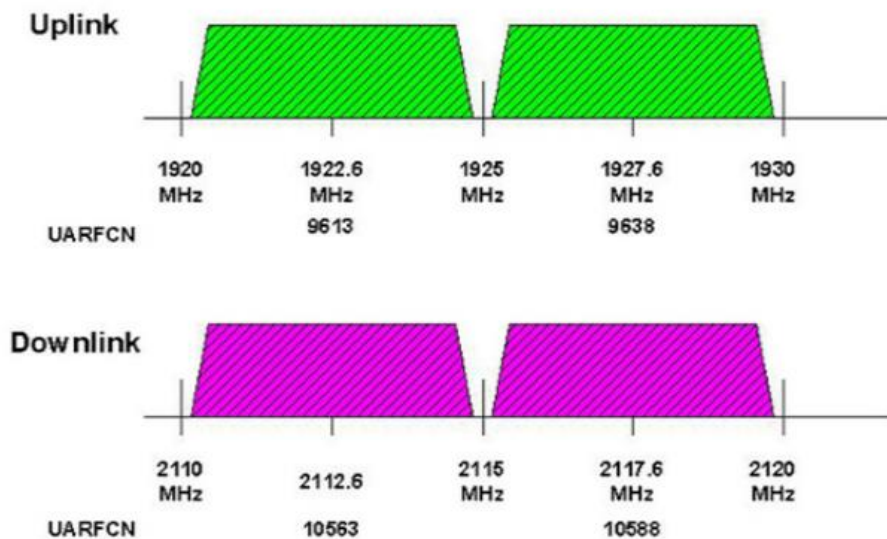


Figura 3. Frecuencias en Uplink y Downlink WCDMA

2.5. Principios de Radio

La tecnología WCDMA incluye dos modos de operación que se mencionan a continuación:

2.5.1. Duplexación por división de tiempo (TDD)

Un método por el que las transmisiones dúplex de enlace ascendente y descendente se realizan a través misma frecuencia de radio mediante el uso de intervalos de tiempo sincronizados. En el TDD, intervalos de tiempo en un canal físico se dividen en transmisión y recepción parcial. Información sobre el enlace ascendente y de enlace descendente se transmiten recíprocamente.

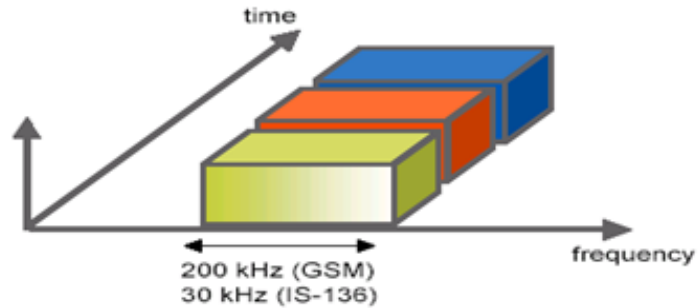


Figura 4. Duplexación por división de tiempo

En TDD, las señales de enlace ascendente y de enlace descendente son enviados en la misma frecuencia, pero están separados a diferentes períodos de tiempo.

En otras palabras:

- Los usuarios están separados en periodos tiempo.
- Requiere transmisión digital.
- Normalmente, el ancho de banda más amplio en comparación con FDMA.

2.5.2. Duplexación por división de frecuencia (FDD)

Un método mediante el cual la duplexación de la transmisión del enlace ascendente y de enlace descendente utiliza dos frecuencias de radio separadas. En FDD, cada enlace ascendente y descendente utiliza la banda de frecuencia diferente. Un par de bandas de frecuencias que se especifican la separación será asignado para el sistema.

En FDD, las señales de enlace ascendente y de enlace descendente están en diferentes bandas de frecuencia.

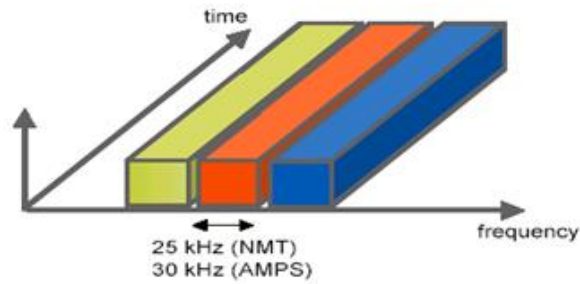


Figura 5. Duplexación por división de frecuencia

En otras palabras;

- Usuarios separados en frecuencias
- Una frecuencia es utilizada para downlink y otra para uplink.
- Utilizado en tecnologías 1G como NMT, AMPS, ETACS.

2.6. Operación de Propagación

Para transmitir una señal desde un móvil a la red de acceso y viceversa es necesaria la existencia de una señal portadora que en una frecuencia específica haga llegar a su destino la señal emitida o recibida por el móvil. Todos los NodosB de una red deben tener al menos una portadora; sin embargo con el fin de ampliar la capacidad del nodo y poder asignar recursos a un mayor número de usuarios existe la posibilidad de ampliar el número de portadoras, siempre y cuando el operador tenga un mínimo de 5Mhz de espacio disponible en su espectro.

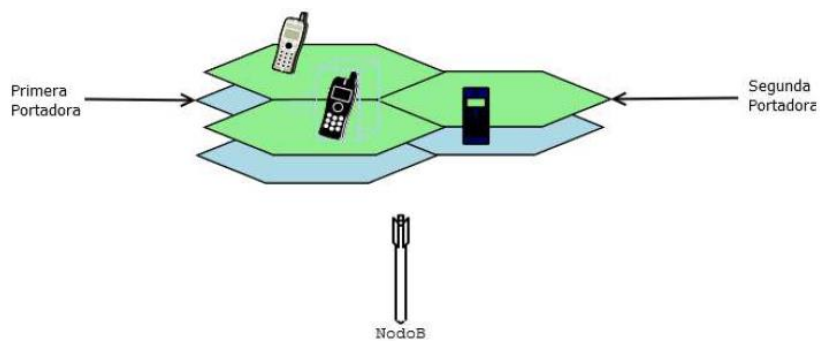


Figura 6. Representación de portadoras en una red

Las señales recibidas y enviadas a través del aire no ocupan los 5Mhz disponibles, sin embargo el objetivo de WCDMA es esparcir la señal en todo el bloque de 5Mhz para lograr una señal resistente a la interferencia, difícil de destruir en un ambiente de mucho ruido, además al incrementar su nivel de energía es difícil de ubicar lo cual se traduce en privacidad y protección a la interferencia.

2.7. Traspaso (*Handover*)

El crecimiento de la tecnología celular en los últimos años ha sido muy importante debido a que la misma brinda libertad de movilidad. Al realizar una llamada de voz o a su vez utilizar los datos durante un recorrido ya sea en automóvil o a pie, para poder tener continuidad en el servicio el UE empieza a buscar estaciones y tratará de trasladarse a la vecindad más cercana, esto se debe a que mientras se aleja el UE de la estación la potencia en el nodo B va disminuyendo, este proceso es transparente para el usuario.

Dentro de los traspasos de llamada existen tres modalidades, cada uno depende de las condiciones de RF de la red celular así como también de la correcta configuración y creación de vecindades.

2.7.1. *Softer – Handover*

Se refiere al traspaso de llamadas de un sector a otro los mismos que pertenecen al mismo NodoB. Este es autónomo y se lo realiza en la radio base, lo cual le ahorra recursos al RNC.

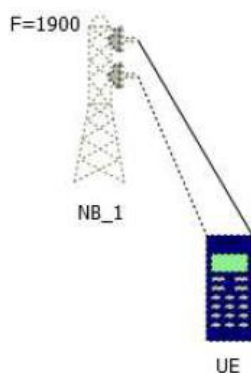


Figura 7. Traspaso de llamadas Softer-Handover

2.7.2. Soft – Handover

Este proceso se realiza cuando una llamada empieza en un NodoB y debido al recorrido de la llamada o ubicación del UE, se procederá a pasar a otro nodoB, esto se produce en la misma frecuencia.

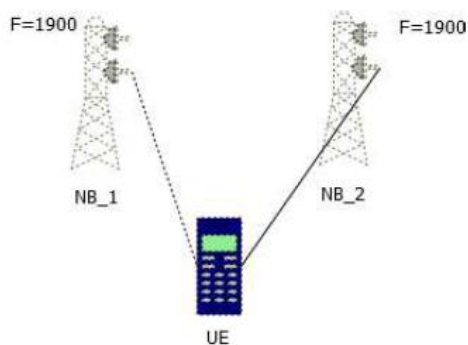


Figura 8. Traspaso de llamadas Soft-Handover

2.7.3. Hard – Handover

Puede ser entre portadoras UMTS, o entre sistemas (UMTS-GSM) estos se dividen en:

- Intra – frecuencia: Este proceso se da cuando el UE que mantiene una llamada debe pasar a otra frecuencia, ya sea por balanceo o por configuraciones de la red. Este proceso se lo define cuando se realice la implementación de una nueva portadora.

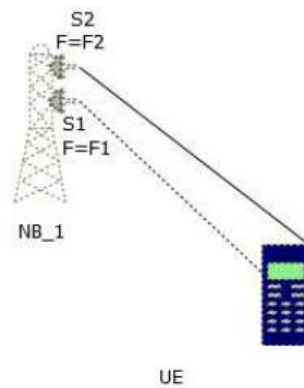


Figura 9. Traspaso de llamadas Intra-frecuency

- Inter – frecuencia: Este proceso se da cuando el UE necesita cambiar la llamada a otra tecnología, en muchos casos es en otra frecuencia. Este tipo de traspaso se lo realiza comúnmente durante las llamadas de voz, las operadoras de telefonía móvil hacen que se liberen recursos de la red, en muchos casos también se configura cuando la tecnología UMTS no llega a ciertos lugares y se tiene huecos de cobertura para que la tecnología GSM brinde servicio.



Figura 10. Traspaso de llamadas Inter-frecuency

2.1. Vecindades

Para que sea posible realizar el traslado de llamada cuando un móvil se encuentra realizando un recorrido es necesario que exista la relación a otros NodosB, estas relaciones se llaman vecindades. Cabe señalar que cada nodo B es considerado una celda, que generalmente se divide en tres sectores o sub-celdas.

La declaración de vecindades se la realiza en el *Radio Network Controller*, el mismo que se encarga de realizar el traspaso de llamadas. La capacidad máxima en UMTS para declarar vecindades es de 32 celdas vecinas por cada sector.

La vecindades externas son aquellas que se las declara en diferentes RNC's, esta interconexión se la realiza a través de la interfaz Iur, por lo que es necesario declarar las celdas vecinas del NodoB_1 de la RNC_1 con las del NodoB_2 de la RNC_2 para que al momento de tener una llamada en curso no vaya a tener problemas de *drop call*.

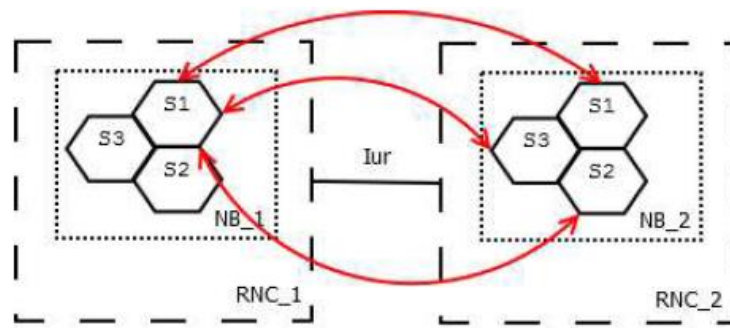


Figura 11. Vecinas externas.

Al configurar las vecindades externas del sector 1 del NodoB_1 se tendría la siguiente relación:

Tabla 1. Relación de vecinas externas.

CELDA ORIGEN NodoB_1 – RNC_1	CELDA DESTINO NodoB_2 – RNC_2
S1 – RNC_1_NodoB_1	S1_RNC_2__NodoB_2
S1 – RNC_1__NodoB_1	S2_RNC_2__NodoB_2
S1 – RNC_1__NodoB_1	S3_RNC_2__NodoB_2

La declaración de vecindades entre celdas de la misma frecuencia son llamadas “Vecindades Intra-frecuencia”

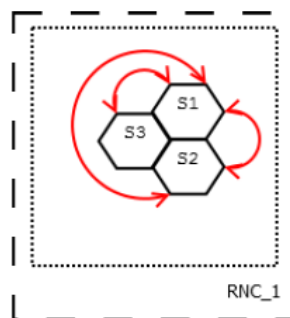


Figura 12. Vecinas Intra-frecuencia.

Al configurar las vecindades del sector 1 del NodoB_1 se tendría la siguiente relación:

Tabla 2. Relación de vecinas intra-frecuencia.

CELDA ORIGEN NodoB_1 – RNC_1	CELDA DESTINO NodoB_1 – RNC_1
S1_RNC_1__NodoB_1	S2_RNC_1__NodoB_1
S1_RNC_1__NodoB_1	S3_RNC_1__NodoB_1

Por otra parte las vecindades declaradas entre frecuencias distintas son llamadas “Vecindades Intra-frecuencias, este tipo de vecindades son las que más se utilizará en el proyecto al implementar la nueva portadora.

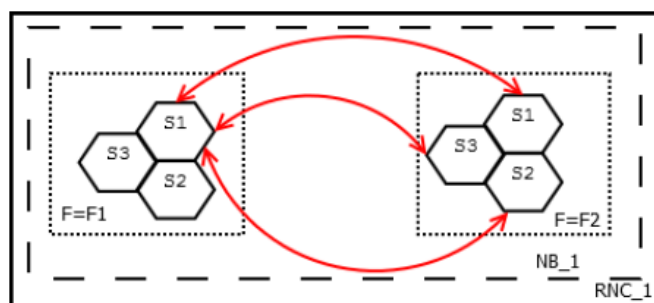


Figura 13. Vecinas Inter-frecuencia.

En la tabla se puede observar la declaración de vecindades de la frecuencia 1(F1) con la frecuencia 2 (F2) al tener un NodoB implementado segunda portadora:

Tabla 3. Relación de vecinas inter-frecuencia.

CELDA ORIGEN NodoB_1 – RNC_1 – F1	CELDA DESTINO NodoB_1 – RNC_1 – F2
S1_RNC_1__NodoB_1_F1	S1_RNC_1__NodoB_1_F2
S1_RNC_1__NodoB_1_F1	S2_RNC_1__NodoB_1_F2
S1_RNC_1__NodoB_1_F1	S3_RNC_1__NodoB_1_F2

Finalmente existen la relación entre vecinas de diferentes tecnologías, por ejemplo entre GSM y WCDMA, estas se denominan “vecindades externas de a 2G”.

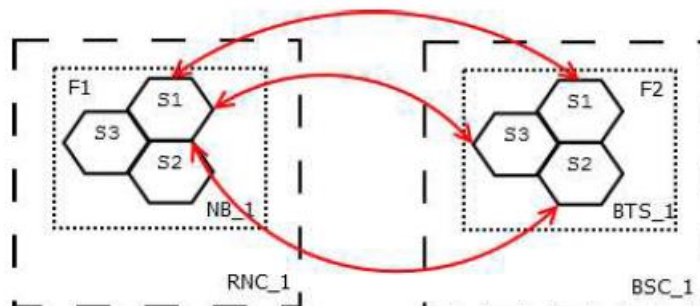


Figura 14. Vecinas Inter-frecuencia.

Al configurar las vecindades externas del sector 1 del NodoB_1 se tendría la siguiente relación:

Tabla 4. Relación de vecinas externas GSM.

CELDA ORIGEN NodoB_1 – RNC_1 – F1	CELDA DESTINO NodoB_1 – BSC_1 – F2
S1_RNC_1_NodoB_1_F1	S1_ BSC_1_NodoB_1_F2
S1_RNC_1_NodoB_1_F1	S2_ BSC_1_NodoB_1_F2
S1_RNC_1_NodoB_1_F1	S3_ BSC_1_NodoB_1_F2

La correcta elección de las celdas vecinas es parte de la optimización de la red y beneficia directamente en la calidad del servicio ofrecido a los usuarios.

Para el buen funcionamiento de los traspasos, es requisito declarar las vecindades en el sentido inverso, es decir tomando como celda origen aquellas que inicialmente fueron celdas destino; de lo contrario se ocasionará que las llamadas finalicen al no encontrar una celda vecina que las reciba cuando el móvil pierda la señal del nodo en el cual estaban enlazados.

En el caso del ingeniero que está realizando la planificación y la integración de la nueva portadora es el responsable de asegurar que se definan todas las vecindades correctamente, con las prioridades establecidas a partir de la cercanía a la que se encuentran los nodos vecinos, además deberá ser cuidadoso en la existencia de todas las vecinas recíprocas. El éxito de gran parte de las llamadas radica en el hecho de que la llamada pueda trasladarse de una celda a otra y regresar.

2.8. Indicadores Básicos

2.8.1. Potencia Recibida en un Código

Con sus siglas en inglés *Received Signal Code Power (RSCP)*, es el nivel de potencia del canal piloto que recibe una celda y por lo general se expresa en dBm (mW en una escala logarítmica). Con este parámetro diferentes celdas usando la misma portadora pueden ser comparadas y la decisión del *handover* o reelección de la celda puede ser tomada.

2.8.2. Indicador de Fuerza de la Señal Recibida

El RSSI Es una escala de referencia para medir el nivel de potencia de las señales recibidas por un dispositivo en las redes inalámbricas. En UMTS es la potencia de la señal sobre los 5 MHz de la portadora la cual incluye todos los componentes recibidos, además incluye señales de la de las celdas actuales y vecinos sobre los mismos canales utilizados, el RSSI efectivo podría ser visto por el UE como una fracción del PCPICH. El RSSI indica intensidad recibida, no calidad de señal, ya que ésta última se determina contrastando la intensidad de la señal respecto de la relación señal/ruido (E_c/N_o).

2.8.3. EC/NO

El concepto de Ec/No se aplica a cualquier sistema de comunicación digital, es una medida de la evaluación de calidad en UMTS. Este recibe la energía por chip (Ec) del canal piloto y es dividido para la potencia de la señal a ruido (No). En otras palabras el EcNo es el RSCP dividido para el RSSI.

Ec/No es un valor relativo usualmente expresado en dB, el valor es negativo debido a que el RSCP es menor que la potencia total recibida.

Entonces Ec/No en el UE es la medida de PCPICH (potencia de código) sobre el ancho de banda total de la potencia recibida en una portadora particular.

- Medida de PCPICH = RSCP dBm
- Medida de Total de Ancho de banda de la potencia = RSSI dBm
- Carga Compartida Entre Frecuencias (Inter Frequency Load Sharing)
- Reparto de cargas mejora el rendimiento de una Red de Acceso Radio por agrupar recursos de diferentes partes de la red WCDMA.

2.9. Análisis de la red actual UMTS

La red actual de las operadoras móviles se encuentra saturada debido al incremento exponencial de los usuarios en la red. Esto se debe a que los abonados demandan más dispositivos de interconexión, lo cual ocupa recursos en el sistema de telefonía móvil en la tecnología UMTS.

Las operadoras móviles a lo largo de los años han ido colocando diferentes soluciones en su red como el incremento de estaciones base con sus siglas en inglés BTS (*Base Transceiver Station*) la cual posee equipos receptores y transmisores de radio en las bandas de frecuencia

concedidas por el estado (850/1900) en la tecnología UMTS, las cuales permiten un enlace entre el usuario y la red para poder utilizar los servicios que le ofrece (voz y datos) pero esta solución ha sido temporal ya que la capacidad se ve colapsada y los usuarios la perciben con problemas de servicio en la red.

Debido a todos estos problemas se ha decidido poner en prueba la activación de una segunda portadora en banda de 3G existente (1900 MHz), por lo que se implementará en el mismo nodo. Dado que el tráfico crece en la red, la capacidad de la red, la cobertura y el rendimiento debe ser ampliado y mejorado. Hay diferentes opciones y maneras para que el operador para lograr esta expansión de la red.

A continuación las principales opciones que se evaluaron para verificar que el rendimiento se encuentra deficiente.

1. Optimización de funciones de capacidad y parámetros.
2. Adición de HW para aumentar la capacidad de la red: Implementación de celdas macro o micro/indoor

Pese a la optimización realizada en la red y a la implementación de nuevo Hardware, aún la red se encuentra congestionada lo que ocasiona *drops* en las llamadas de voz, velocidades bajas de navegación y por ende quejas en los usuarios.

CAPÍTULO III

3. Beneficios de implementación de 2P en red UMTS

3.1. Introducción

Con la concesión de frecuencias por parte del estado, las operadoras de telefonía celular tienen la opción de poder implementar nuevas portadoras en su red actual. En este capítulo se observará cuales los beneficios dela implementación de 2P y cuáles son las recomendaciones que se aplican en el control de potencia para evitar solapamiento entre frecuencias.

Muchas compañías que ofrecen el servicio de telefonía móvil en América Latina han empezado a agregar nuevas portadoras en sus respectivas redes, todo esto con la finalidad de poder mejorar el servicio que ofrecen a los usuarios gracias a los beneficios que ofrece tener varias portadoras en la red.

Por citar un ejemplo, “En las islas del Caribe el proceso de implementación de una nueva portadora estuvo dividido en dos etapas, en la primera se intervinieron 64 NodosB en Jamaica, posteriormente ante el éxito y la conformidad obtenida por parte del cliente se desarrolló la segunda portadora en 93 NodosB que correspondían a sitios de las islas Aruba, Bonaire y Curazao, esto debido a que el nicho de consumidores más grande en esta zona está constituido por turistas [9]” (Trejo, 2013).

3.1.1. Expansión de Capacidad

Una portadora adicional significa una nueva capa completa ya sea en la misma frecuencia o en otra diferente con toda la nueva capacidad y cobertura intrínseca en ella. Obviamente hay implicaciones HW con expansiones a nivel de nodo B, es decir, se requiere equipo adicional para hacer frente a las necesidades de potencia y de transporte.

3.1.2. Incremento de *Throughput*

Una portador adicional significa una nueva frecuencia limpia que será mucho menos congestionada en función de cómo se utiliza la HCS y el balanceo de carga, pero, se puede indicar que mientras menos tráfico pase por una portadora se tendrá un menor consumo de energía, y por lo tanto mejor cobertura en interiores y mejor rendimiento (*Throughput*).

3.1.3. Control de Potencia

Las recomendaciones generales para para los niveles de potencia P-CPICH son evaluados, esperando que durante la fase de despliegue la primera portadora F1 pueda proporcionar una cobertura amplia, mientras que la segunda portadora implementada F2 se pretende utilizar para proporcionar cobertura y balanceo de tráfico brindando así una capacidad extra en la red.

Las recomendaciones indican colocar la misma potencia P-CPICH tanto en las frecuencias de la primera portadora F1 así como en las frecuencias de segunda portadora F2 cuando se tiene una buena planificación y optimización de cobertura dentro de la red.

Por otra parte si la implementación de una nueva portadora se la realiza en una red con

un deficiente plan de cobertura van a surgir problemas de solapamiento excesivo para la primera portadora como se muestra en la Figura 15.

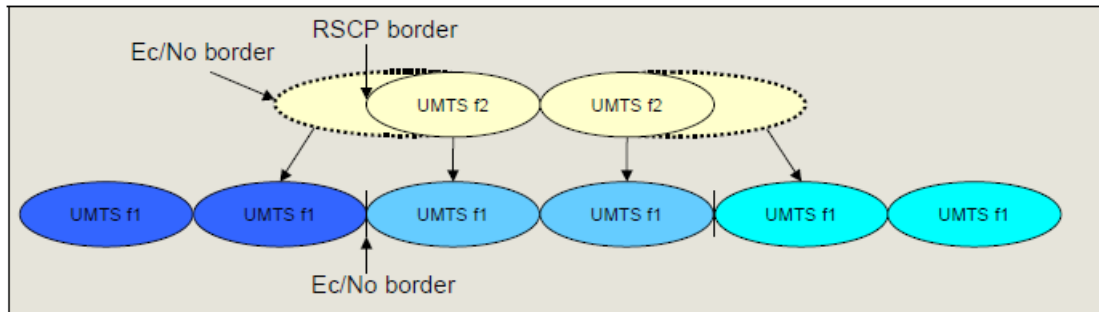


Figura 15. Solapamiento de cobertura en ECNO y RSCP.

Una vez que un operador toma la decisión de invertir en una expansión de portadoras, se debe llegar a consenso sobre la mejor estrategia posible para ser implementado para mantener el equilibrio de carga.

En muchos casos se considera lógico para mantener un portador para el manejo de CS y la segunda y tercera portadora maneje R99 PS y HSPA, para otras operadoras se decide utilizar el balanceo de carga equitativo entre todas las portadoras es decir igual cantidad de tráfico en CS y PS en cada portadora. Una distribución uniforme del tráfico crea un uso eficiente de los recursos disponibles y por ende un mejor servicio en la entrega al cliente final.

3.3. Parámetros de re-selección

Dentro de la configuración inicial un nuevo nodo, siempre se realiza el *planning* de movilidad indicando los parámetros de identificación y re-selección. En este caso al implementar una nueva portadora se tiene que definir la manera en la cual se va a realizar el balanceo de

usuarios y en qué momento van a cambiar de portadoras, a estos elementos se los llama FMCx,

- FMCS (intra-frequency measurement control)
- FMCI (inter-frequency measurement control)
- FMCG (inter-system measurement control).

La adecuada configuración dependerá también de la potencia con la que la nueva portadora este planificada salir al aire, para las pruebas que se realizaron se propuso estandarizar los parámetros con respecto a la primera portadora.

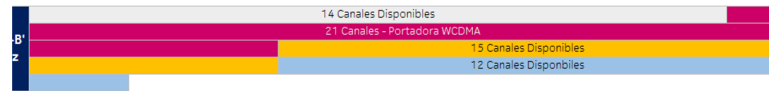
3.4. Configuración de la nueva portadora

Dentro de la implementación de 2P se deben realizar varios cambios tanto lógicos como por ejemplo configuraciones como el *shifting* de frecuencias y parametrización, así como también cambios físicos como la sustitución de antenas en los sectores de los NodosB que no posean configuración dual.

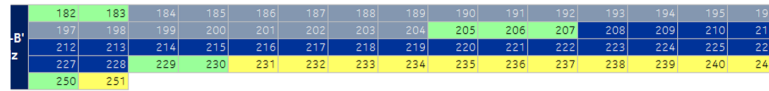
3.4.1. Configuración de Frecuencias a utilizar en 2P.

Para la implementación de la nueva portadora se debió tomar en cuenta el “*Shifting* de Frecuencias” ya que para poder implementar la segunda portadora, se debió realizar antes un “*shift*” de frecuencias para acomodarlas de acuerdo al espectro disponible, se pretende implementarlo.

ANTES: UARFCN 4424.



DESPUES: UARFCN 1P: 4412 / UARFCN 2P: 4436



Primera portadora
Segunda portadora
GSM TCH only
BCCH/TCH

Figura 16. UARFCN utilizado en la red.

La separación de 4.8 MHz entre portadoras con módulos RF no se ha probado o utilizado en ninguna red anteriormente, y debido a la limitación de espectro, era necesaria esa configuración. Se realizaron pruebas colocando las portadoras en los canales UARFCN 4412, 4436 y 512.

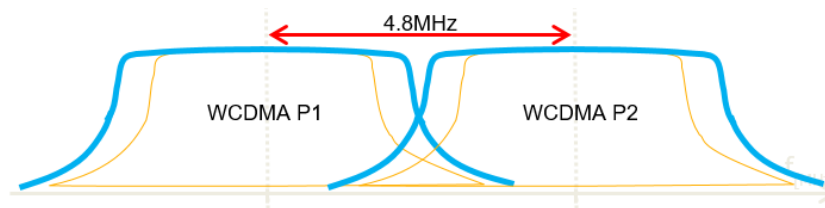


Figura 17. Separación entre portadoras en la red.

CAPÍTULO IV

4. Requisitos técnicos para implementación de 2P y despliegue

4.1. Introducción

En este capítulo se hará la descripción de los requisitos técnicos de Hardware necesarios para implementar 2P, así como también una descripción del escenario de despliegue de la nueva portadora. Posteriormente se realizará un análisis de las eficiencias para comprobar que la ejecución de las configuraciones haya sido exitosa.

4.2. Recursos de Hardware

Con la nueva implementación de la nueva portadora se debe tomar aspectos importantes de expansión de Hardware los cuales van desde actualización en los módulos que contienen los NodosB hasta el cambio de las antenas por nuevos modelos que soporten más de una frecuencia.

La configuración de Hardware actualmente se encuentra distribuida de la siguiente manera en los NodosB:



Figura 18. Modelo de FLEXI WCDMA BTS.

Los equipos que actualmente tiene la red son de diseño modular estándar, los cuales permiten flexibilidad a la hora de instalación. La nueva generación de *Flexi*, logró implementar 2G y 3G sobre los mismos gabinetes y recientemente con la aparición de *FLEXI Multiradio*, sobre un mismo equipo brindar servicios 2G, 3G y LTE [7].

Este modelo permite la expansión utilizando módulos construidos para sitios tanto *Indoor* como sitios *Outdoor*.

Para la actualización de *Hardware* se realizará la ampliación de módulos actuales FSMD que soportan un número limitado de *sub-units* con nuevos módulos FSME como se muestra en *Figura 19*.

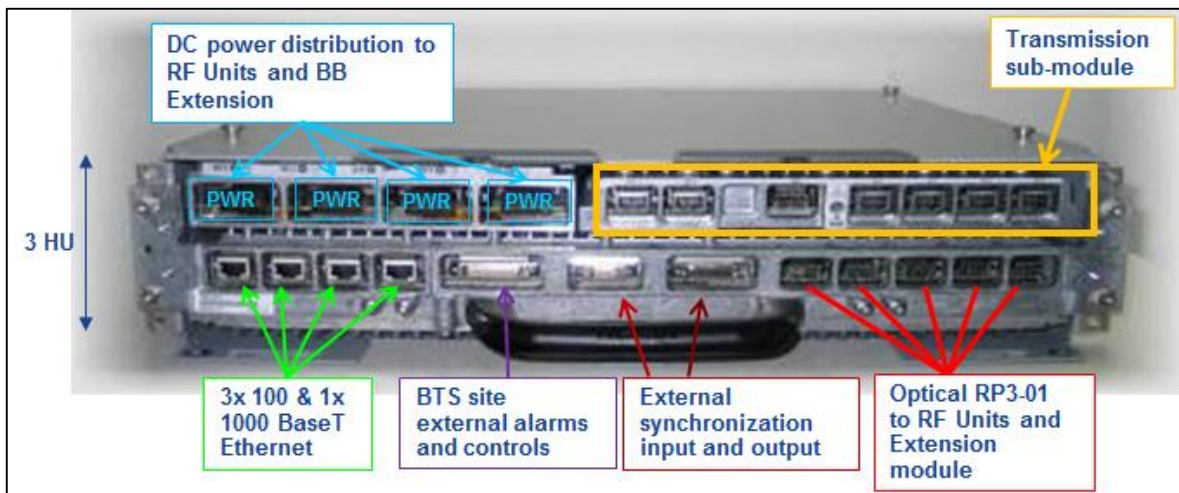


Figura 19. Slots del módulo principal en el NodoB.

La nueva extensión es adaptada al módulo principal mediante dos cables de fibra óptica ubicados en el “*Optical RP3-01 to RF Unit and extension*” y un cable de energía ubicado en el “*DC power distribution to RF Units and BB Extension*” como se puede observar en la Figura 20.

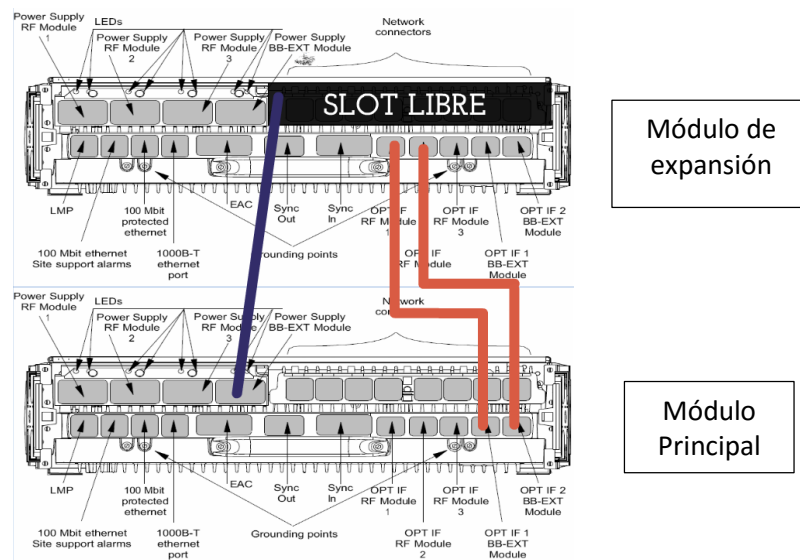


Figura 20. Conexión entre el módulo principal y el módulo de expansión.

Con esta nueva actualización se introducen tres tipos de licencias relacionadas con el dimensionamiento de Banda Base en BTS:

- Release 99 Channel Elements – CE R99
- HSDPA Processing Set – HSDPA PS
- HSUPA Processing Set – HSUPA PS

Cada una de estas licencias consume una cantidad de sub-unit de capacidad específica de Hardware existente en la BTS. La cantidad de licencias BTS debe tener las siguientes premisas como base:

- CE R99 - Consumo de NRT DCH, SRB e A-DCH
- HSDPA PS - Cantidad de usuarios en HSDPA en DL Throughput
- HSUPA PS – Cantidad de de usuarios HSUPA en UL Throughput

Es importante aclarar que el Throughput máximo de HSDPA y HSUPA no solamente depende del número de PS (Processing Set), además dependen de las características existentes en la red (Modulación 64QAM, número de códigos, etc.). Existen 3 tipos de licencias de *processing set* en HSDPA.

- HSDPA BTS processing set 1: 32 users and 7.2Mbps
- HSDPA BTS processing set 2: 72 users and 21Mbps
- HSDPA BTS processing set 3: 72 users and 84Mbps

En la planificación de la implementación de la segunda portadora se utilizará la licencia HSDPA BTS processing set 2: 72 users and 21Mbps. Para el processing set en HSUPA se tiene

el siguiente tipo de licencia:

- HSUPA BTS processing set 1: 24 users or 5.8Mbps

Esta capacidad está pensado para *Schedulers* de HSDPA y HSUPA existentes en el módulo de sistema [8].

4.2.1. Sub-Units

El modelo de dimensionamiento introducido en *Release* RU30 trajo el concepto de *sub-unit* para el cálculo de banda base. Este nuevo elemento servirá como base para el cálculo de la distribución de la capacidad entre:

- CCCH processing;
- R99 user processing;
- HSDPA cells, users and throughput processing;
- HSUPA users and throughput processing;
- CS Voice over HSPA users processing;
- Interference cancellation processing;
- HS_Cell_FACH_UL static resources

La cantidad total de sub-unit disponibles para el dimensionamiento de capacidad depende directamente del tipo de módulo del sistema. El equipo de Flexi WCDMA BTS puede tener hasta una extensión.

La siguiente tabla muestra las posibles combinaciones de actuales y previstos.

Tabla 5. Combinaciones de System module.

Master System Module / Extension System Module		Extension System Module		
		System Module Rel.1 (FSMB)	System Module Rel.2 (FSMC/D/E)	System Module Rel.3 (FSMF)
Master System Module	System Module Rel.1 (FSMB)	X	X	-
	System Module Rel.2 (FSMC/D/E)	-	X	-
	System Module Rel.3 (FSMF)	-	*	*

4.2.2. Identificación de Módulos RF en la Red

Como se observa en la *Figura 21* para los módulos disponibles en la red actual, los módulos *Release-1* tienen poca disponibilidad de potencia total a distribuir entre bandas (en el caso del single 20W por portadora, con 2 portadoras)

FLEXI RF-MODULE AND RRH - Rel1									
Abbreviation	Module	MHz	TX BW	RX BW	Tx Power	Max carriers	RFM/RRH	BTS release	Note
FRCA	Flexi RF Module 850 Dual 50 W	850	10 MHz	15 MHz	2x40W	4	RF	RAS5.1	
FRCB	Flexi RF Module 850 Single 50W	850	10 MHz	15 MHz	1x40W	2	RF	RAS5.1	

FLEXI RF-MODULE AND RRH - Rel2 and Rel3									
Abbreviation	Module	MHz	TX BW	RX BW	Tx Power	Max carriers	RFM/RRH	BTS release	Note
FXCA	Flexi 3-sector RF Module 850	850	15 MHz	15 MHz	3x60W	9	RF	RU20 on top	
FXCB	Flexi 3-sector RF Module 850	850	25 MHz	25 MHz	3x80W	12	RF	RU40	Max. output power 60W in RU30EP2 on top, 80W in RU40
FXFA	Flexi 3-sector RF Module 1900	1900	20 MHz	20 MHz	3x60W	12	RF	RU20 on top	
FXFC	Flexi 3-sector RF Module 1900	1900	35 MHz	60 MHz	3x80W	12	RF	RU40	Max. output power 60W in RU30EP2 on top, 80W in RU40

Figura 21. Especificaciones de los módulos disponibles en la red actual.

4.3. Escenario de despliegue de 2P en la red UMTS

Para la implementación de la segunda portadora se planificó el despliegue empezando por las principales ciudades del Ecuador para luego continuar con el resto del país.

Se tiene planificado realizar un cambio de antenas en las diferentes Radiobases de la red, identificando cuales sitios ya cuentan con antenas duales. Con este procedimiento también se tiene lista la infraestructura para que posteriormente se pueda implementar una tercera portadora en la red. Las nuevas antenas que se colocaron poseen las siguientes características.

Tabla 5. Características antenas para nueva portadora.

Antena DBXLH-6565B-VTM	Antena DBXLH-6565B-VTM
Antena Dual	Antena Dual
Frecuencia de trabajo: 824–960 MHz y 1710–2180 MHz	Frecuencia de trabajo: 824–960 MHz y 1710–2180 MHz
Grados Tilt: 0 - 8	Grados Tilt: 0 - 10
Grados Abertura Vertical: 10	Grados Abertura Vertical: 7.2
Grados Abertura Horizontal: 67	Grados Abertura Horizontal: 65

La instalación se lo hará progresivamente por sectores en la ciudad, para ir analizando cada una de las estaciones ya que tanto su configuración física (tilt eléctrico, tilt mecánico, azimuth, altura), como su configuración lógica (potencia, licencias) deben tener los mismos parámetros para que en su activación no existan problemas y en caso de tenerlos poder identificarlos y corregirlos oportunamente.

En primera instancia se realizarán auditorías en los NodosB existentes para confirmar con la base de datos existentes que los valores físicos son los mismos y posteriormente poder dejar igual los parámetros existentes, esto debido a que al momento en los sitios su señal de propagación se encuentra controlada, al momento de modificar algún cambio podemos afectar

a sus sitios vecinos causando problemas de sobrepropagación o dejando huecos de cobertura, con lo cual la señal se verá afectada para el usuario final.

Adicional de las herramientas que permite realizar un cálculo de la señal propagada, para tener una información más certera sobre la propagación de la señal en los diferentes sitios de la red se realizará un *Drive Test* alrededor de los NodosB para poder realizar una comparación luego del cambio. Es importante realizar las mismas rutas de DT antes y después de los cambios para que la verificación sea certera y de esta manera en el IT poder realizar una optimización idónea.

Los cambios de antenas requeridos en los sitios se realizaran en ventanas de mantenimiento (0:00am a 5:00am) para que exista una menor afectación a los usuarios, informando oportunamente al ente regulador de las actividades a realizar. Los técnicos encargados de realizar los cambios informarán al ingeniero encargado si tienen algún problema al desmontar e instalar las nuevas antenas para realizar *rollback* y programar una nueva fecha de cambio.

Se realizará la verificación en el sistema que se haya corrido correctamente el *scrip* y se tendrá que revisar que todos los parámetros hayan sido colocados correctamente así como las nuevas licencias tengan los CE necesarios para posteriormente la activación.

Un paso importante es verificar las vecindades de los sitios en los que se realizado el trabajo ya que como se explicó en la parte de HO son muy necesarias para evitar caída de llamadas y problemas de la red. Es importante tomar en cuenta la jerarquía en la que se debe realizar la creación de vecinas, todo esto se verificará con estadísticas midiendo que en los principales KPI tanto de PS como de CS no se hayan degradado luego del cambio.



Figura 24. Proceso de validación para nueva portadora.

4.4. Análisis de la red 3G posterior a la activación de la nueva portadora.

Luego de realizar el encendido de la segunda portadora en las estaciones donde se realizó el cambio de antenas se procede a evaluar las estadísticas para verificar el correcto desempeño del NodoB.

Se ha tomado como ejemplo un sitio en los que se verificará los principales *Key Performance Indicators* (KPI).

Con la auditoría realizada en el sitio se verificará que los parámetros tengan los mismos valores que anteriormente se habían configurado antes del cambio de antenas, esto es para que la señal de propagación no varíe ya que podría afectar a sus nodos vecinos y a la calidad de comunicación para el usuario.

- **Eficiencias de Voz y Datos**

Se procede a revisar el KPI donde se evidencia el desempeño del NodoB en cuando a conexiones exitosas al realizar llamadas de voz y uso de datos. El umbral mínimo a considerar para descartar problemas es de 95%.

En este caso específico del NodoB a analizar se observa que el desempeño se ve afectado en cuanto a Eficiencia de voz luego del cambio de antenas, por lo que se verificaron los valores y se encontró que existía un aumento en la propagación de señal del sector 2 del sitio como se lo muestra más adelante en la *Figura 32*, se procedió a realizar ajustes físicos y posteriormente se observa una mejora en su KPI.

Solucionado el problema se procedió a encender la nueva portadora y como se puede observar en la *Figura 25* el KPI no ha sufrido degradación.

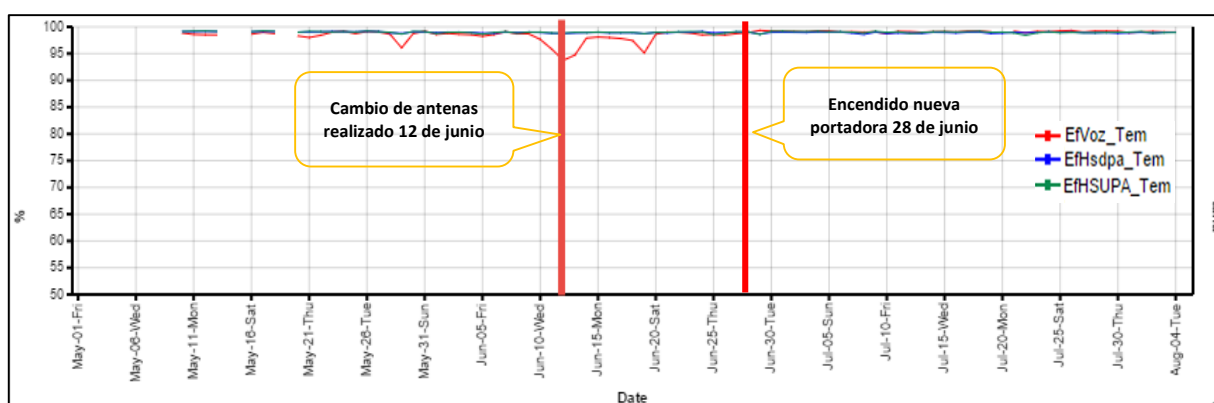


Figura 25. Eficiencia de Voz y Datos.

- ***Soft Handover Success Rate***

Este KPI es importante y se recomienda revisarlo ya que indica el porcentaje de conexiones fallidas que tiene con sus nodos vecinos, de esta manera podremos saber si faltan vecindades por agregar al sector. En este caso se observa que no se tiene degradación en su desempeño ya que se encuentra mayor al 95% que es el umbral permitido como se puede ver en la *Figura 26*.

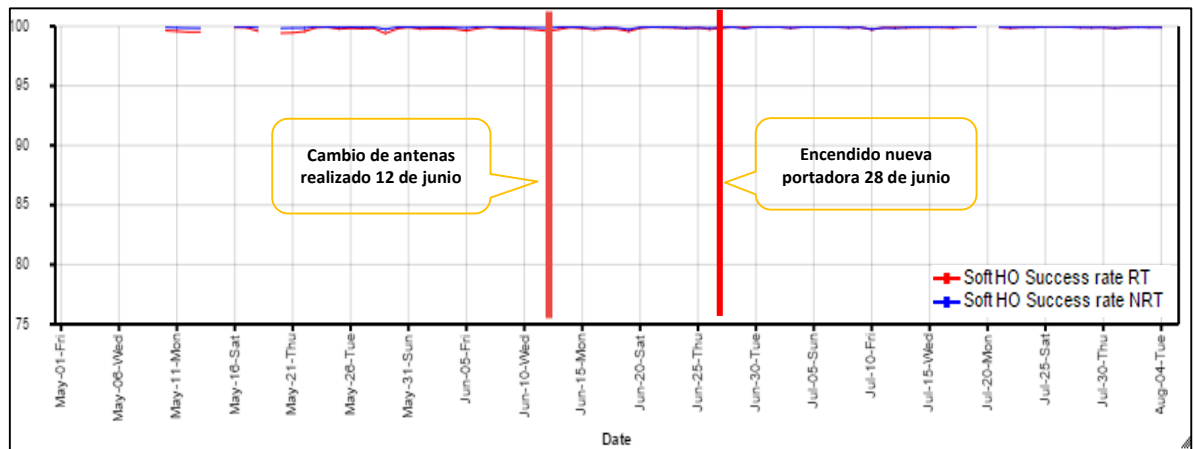


Figura 26. Revisión SHO Success Rate.

- **Usuarios simultáneos HSPA**

Este KPI ayuda a verificar si se ha producido cambio en el acceso de usuarios. En este caso se observa que en el KPI de Usuarios Simultáneos en HSPA luego del encendido de la portadora disminuye como es lo esperado, ya que se las nuevas antenas toman parte del tráfico total que llevaba la estación.

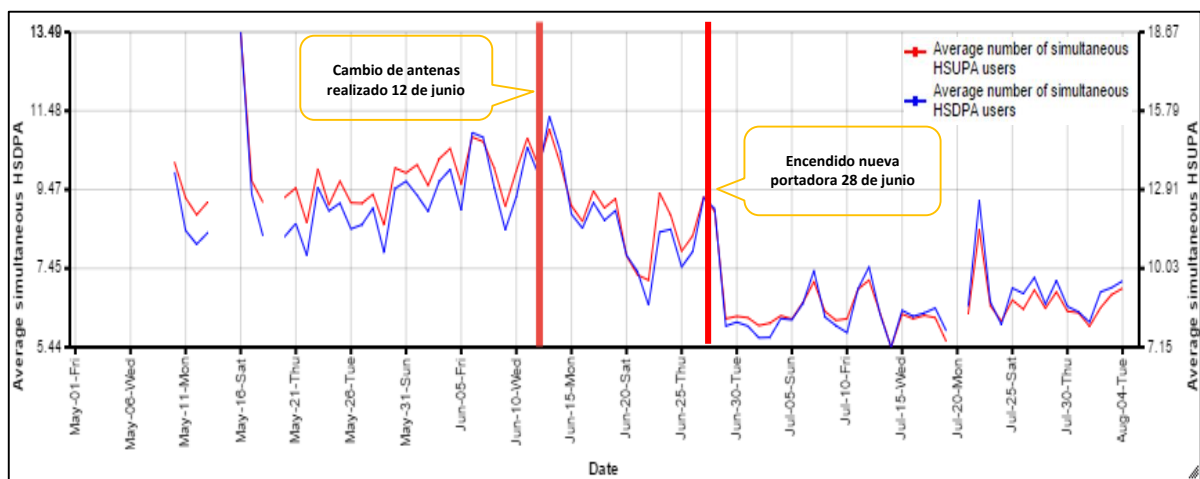


Figura 27. Revisión de usuarios simultáneos en HSDPA y HSUPA.

- **Usuarios máximos HSPA**

Por otra parte en el KPI de Usuarios máximos HSPA se observa un incremento debido a que el contador indica los usuarios que se conectan en la estación, al encender la nueva portadora existen más usuarios que se van a conectar por las nuevas antenas instaladas.

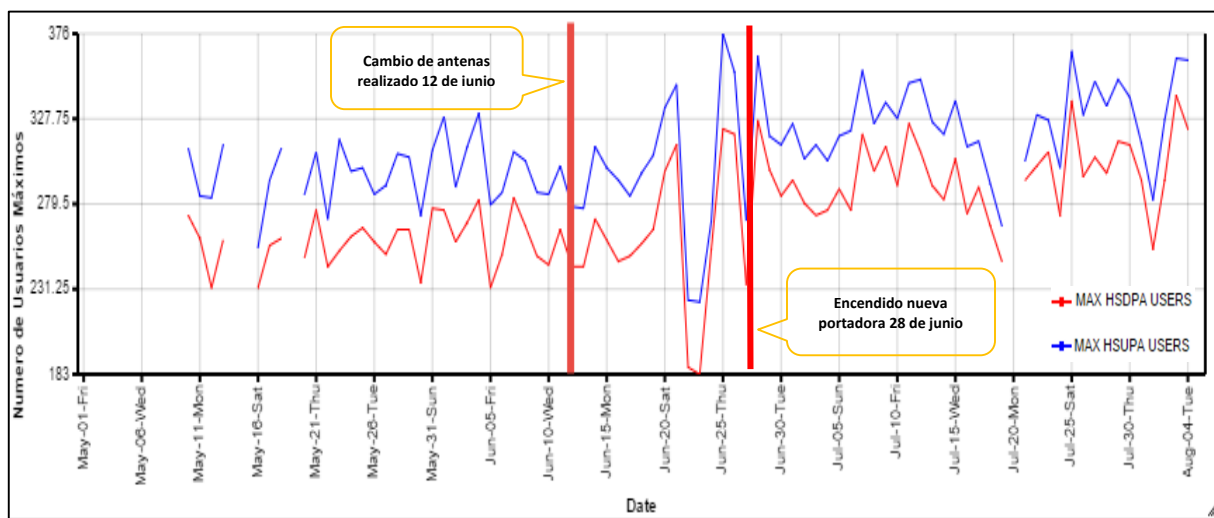


Figura 28. Revisión Máximos usuarios en HSDPA y HSUPA.

- **Drops CS and PS**

Para continuar con el proceso de verificación de estadísticas es importante revisar que luego de la configuración y encendido de la nueva portadora no se tenga *drops* tanto en CS y PS.

En la gráfica se observa que el comportamiento luego del encendido de la nueva portadora se reduce los *drops*.

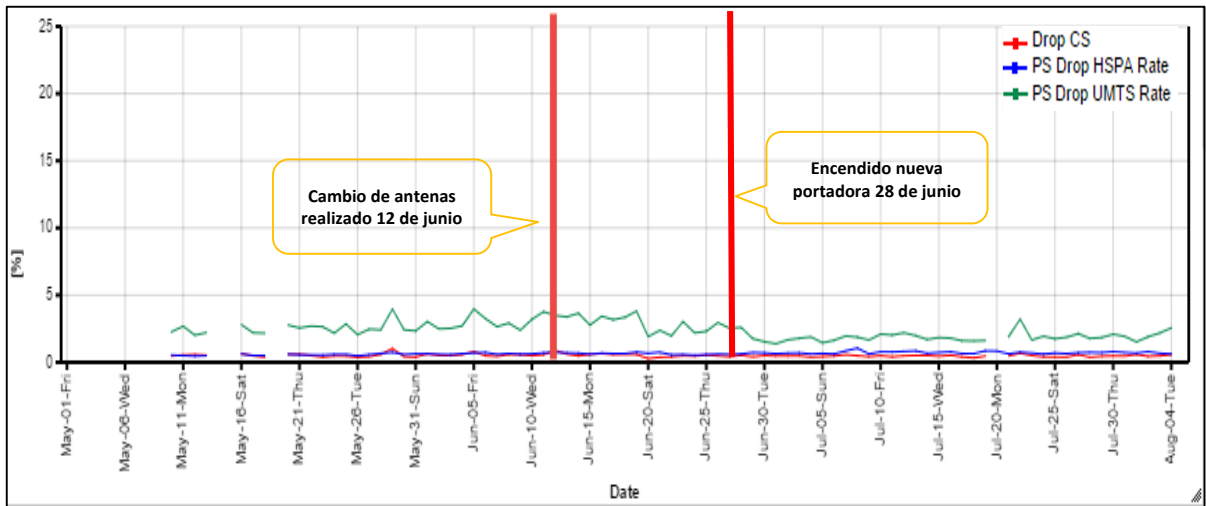


Figura 29. Revisión Drop en CS y PS.

- **Tráfico CS, R99, HSPA**

Este KPI es utilizado para la verificación del tráfico tanto en Voz (CS), R99 y HSPA (datos). En el gráfico se observa que se tiene un incremento de tráfico luego del encendido de la nueva portadora, esto debido a que más usuarios se conectan al NodoB.

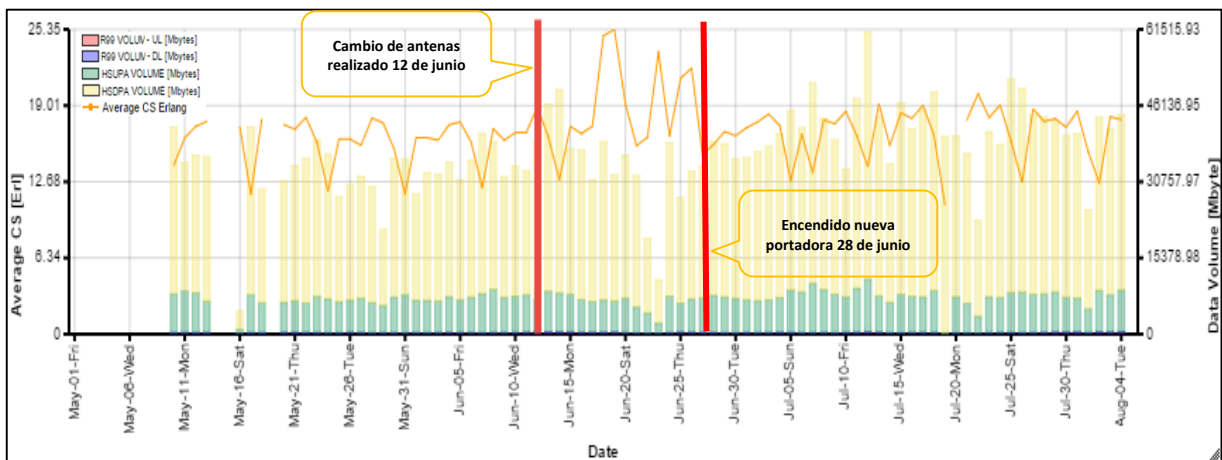


Figura 30. Revisión Tráfico CS, R99, HSPA.

- **Physical Random Access Channel (PRACH)**

Una de las verificaciones que se procede a realizar para verificar la propagación de las antenas es con la revisión del PRACH, se ha realizado la revisión de estadísticas en cada sector del sitio como se muestra en los siguientes gráficos, en donde se observa el encendido de la nueva portadora.

En el primer sector se observa que luego del cambio y encendido de la nueva portadora el número de muestras disminuye, esto debido a que las conexiones de usuarios están distribuidas en las demás antenas.

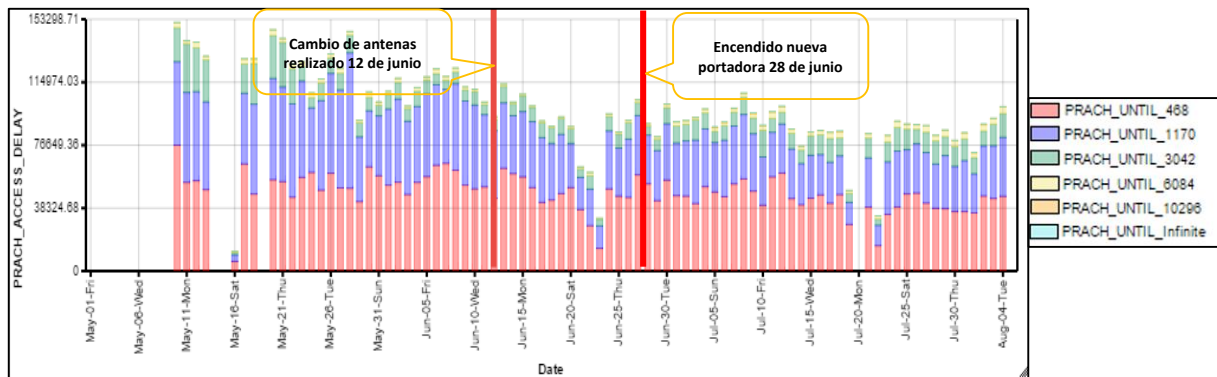


Figura 31. Revisión PRACH sector 1 del NodoB.

En el segundo sector del NodoB se puede observar de igual manera una disminución de muestras pero la propagación sigue llegando hasta los 6 km aproximadamente como lo hacía antes del encendido de la nueva portadora.

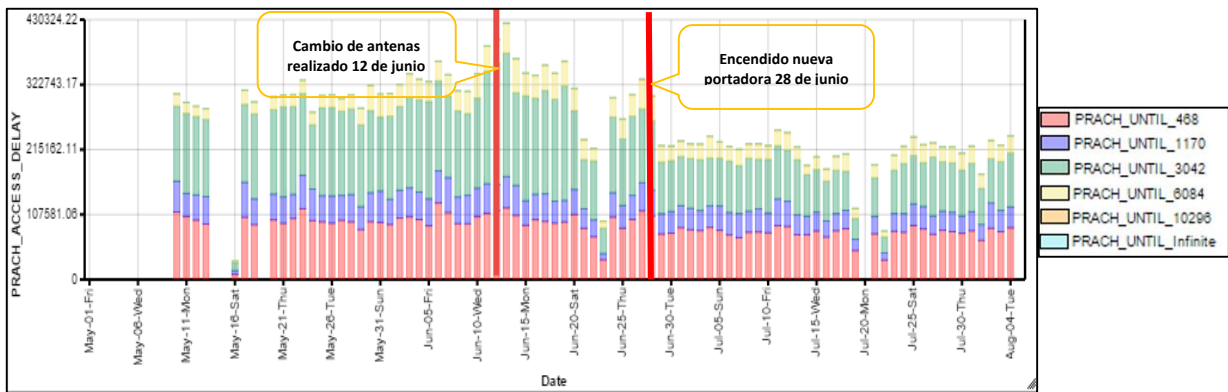


Figura 32. Revisión PRACH sector_2 del NodoB.

En el último sector se observa características muy parecidas a las mencionadas anteriormente, el número de muestras ha disminuido principalmente en los accesos lejanos.

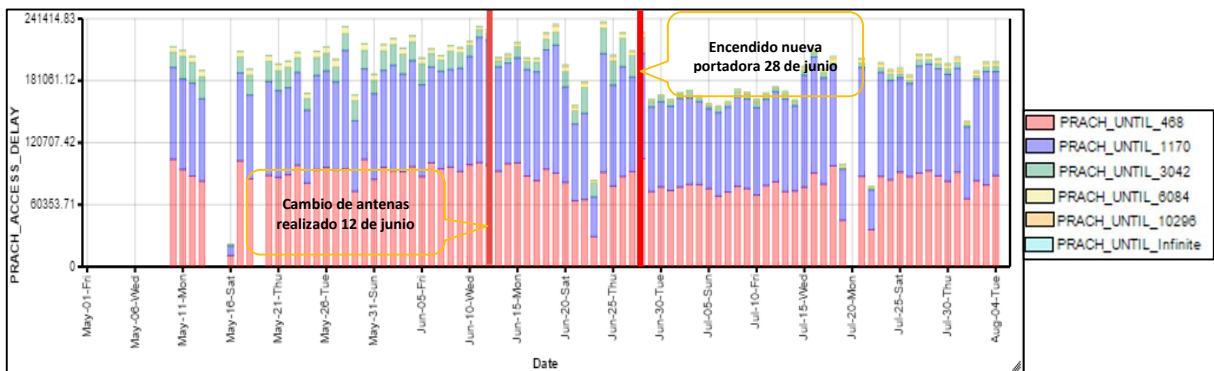


Figura 33. Revisión PRACH sector_3 del NodoB.

Posteriormente se realiza la verificación del PRACH de las antenas de la nueva portadora, como se puede observar en la Figura 34, se realiza un encendido previo en el cual se verifica que toda la configuración tanto física como lógica se encuentre correcta, dicho encendido se lo realiza en horas de ventana de mantenimiento es por eso que toma pocas muestras.

Luego del encendido completo de la nueva portadora se observa que se tiene un mayor número de muestras lejanas (a más de 3Km), para lo cual se realiza ajustes físicos para reducir la cobertura de la antena. Luego de los ajustes realizados toma un menor número de muestras.

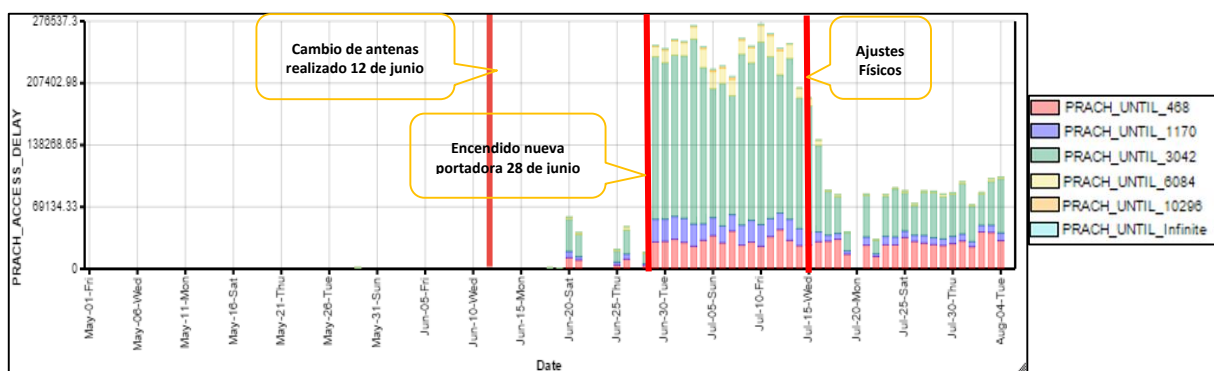


Figura 34. Revisión PRACH sector_1 nueva portadora del NodoB.

En el segundo sector de la nueva portadora no se realizaron ajustes físicos o lógicos debido a que el número de muestras es muy parecido al del segundo sector de la primera portadora.

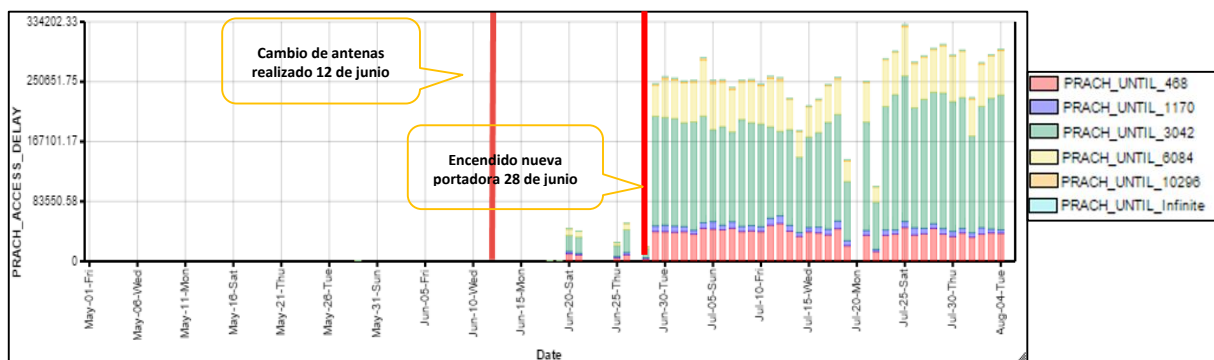


Figura 35. Revisión PRACH sector_2 nueva portadora del NodoB.

De igual manera en el tercer sector de la nueva portadora no se han realizado ajustes

físicos ni lógicos debido a que la tendencia de propagación es muy parecida al del tercer sector de la primera portadora.

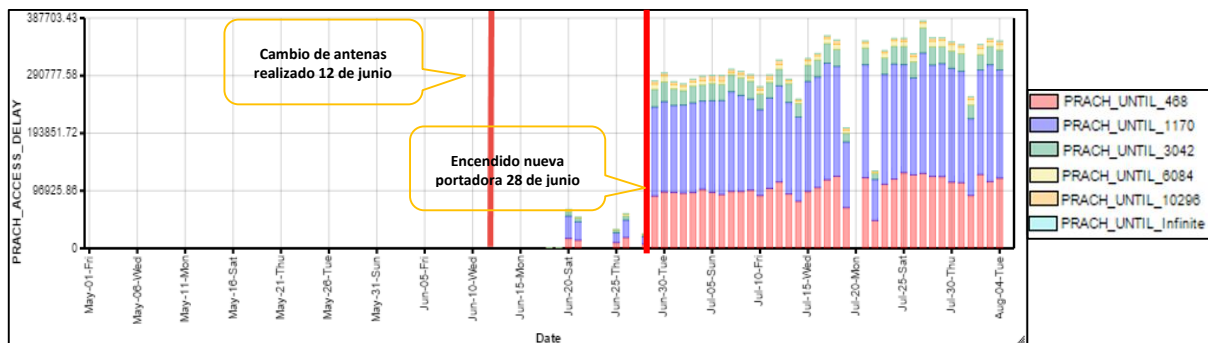


Figura 36. Revisión PRACH sector_3 nueva portadora del NodoB.

- **Potencia de Ancho de Banda Total Recibida (RTWP)**

Para concluir la revisión de estadísticas se realiza la revisión del RTWP (Piso de ruido) para verificar que se encuentre parecido o igual al que se tenía antes del cambio de antenas y activación de la portadora.

Se realiza la verificación del primer sector con lo que se observa que no se tiene problemas en el RTWP y que la tendencia es muy parecida a la que se tenía antes del cambio de antenas y del encendido de la nueva portadora. En la *Figura 37* se observa que el RTWP se encuentra de los rangos normales (-106dB a -95 dB) indicando que no se tienen problemas en el sector.

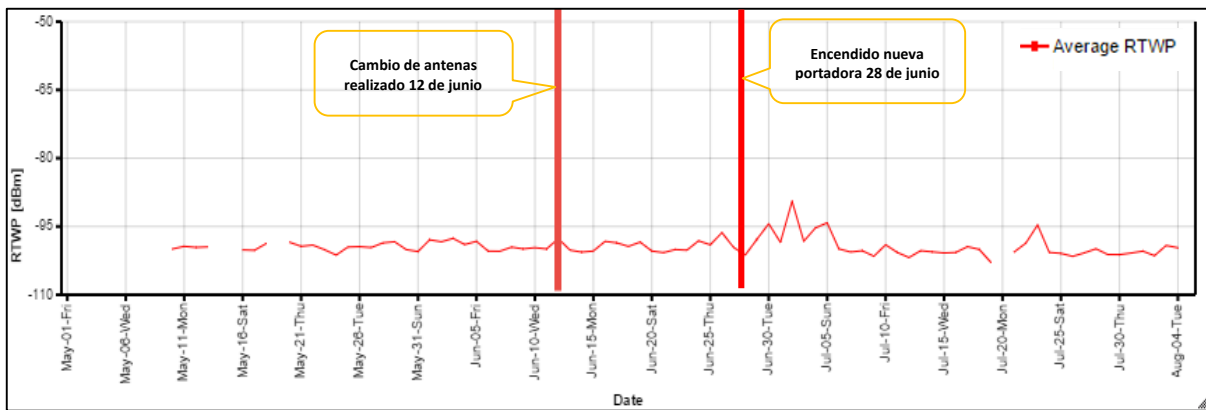


Figura 37. Análisis RTWP sector_1 NodoB.

En el análisis de segundo sector de la primera portadora se observa que el RTWP se encuentra de los rangos normales (-106dB a -95 db) indicando que no se tienen problemas en el sector como se muestra en la *Figura 38*.

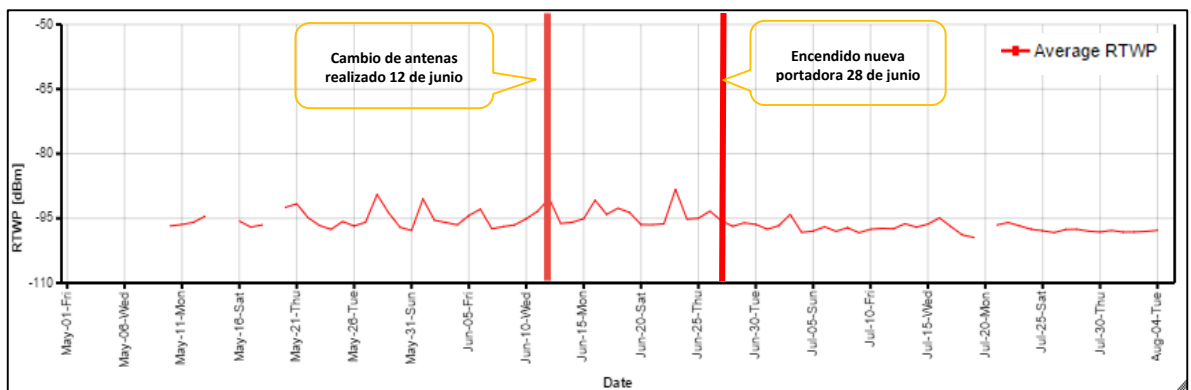


Figura 38. Análisis RTWP sector_2 NodoB.

En el tercer sector de la primera portadora de igual manera se observa que el RTWP se encuentra de los rangos normales de ruido (-106dB a -95 db), posteriormente luego de la activación de la nueva portadora los niveles mejoran como se observa en la *Figura 39*.

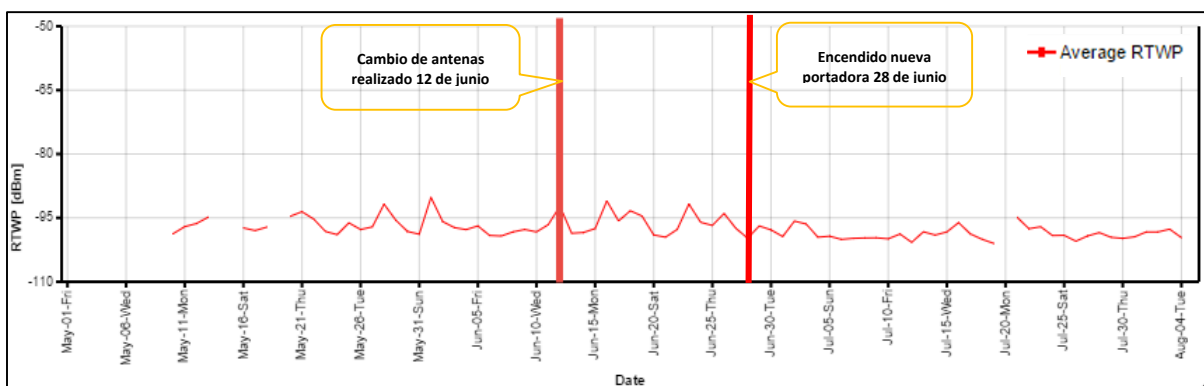


Figura 39. Análisis RTWP sector_3 NodoB.

En el análisis de las antenas de la segunda portadora se observa un RTWP mucho más continuo debido a que no se tienen tantos usuarios aún utilizando la máxima capacidad de la nueva portadora como se observa en la *Figura 40*.

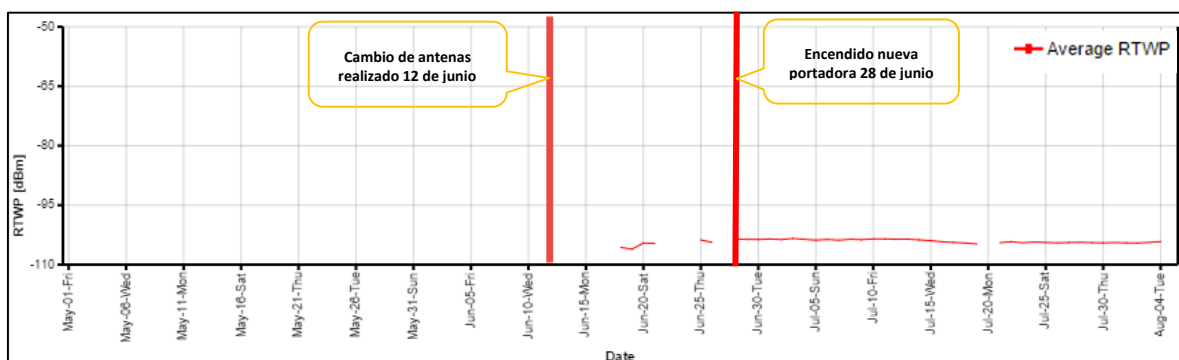


Figura 40. Análisis RTWP sector_1 nueva portadora NodoB.

La tendencia es muy parecida en el segundo sector de la nueva portadora, en la *Figura 41* se observa un RTWP mucho más continuo, debido a que no se tienen tantos usuarios aún utilizando la máxima capacidad de la nueva portadora.

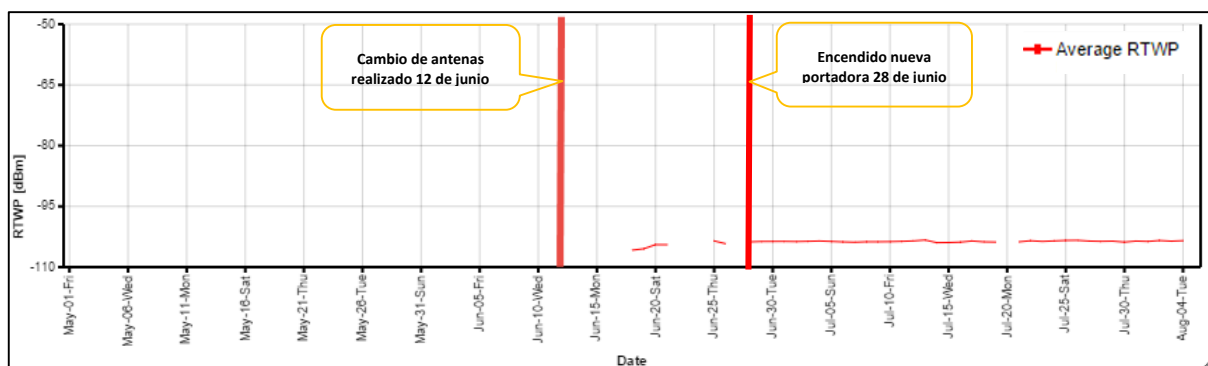


Figura 41. Análisis RTWP sector_2 nueva portadora NodoB.

En el análisis del tercer sector de la nueva portadora se observa en la *Figura 42* que el RTWP no tiene problemas luego de la activación.

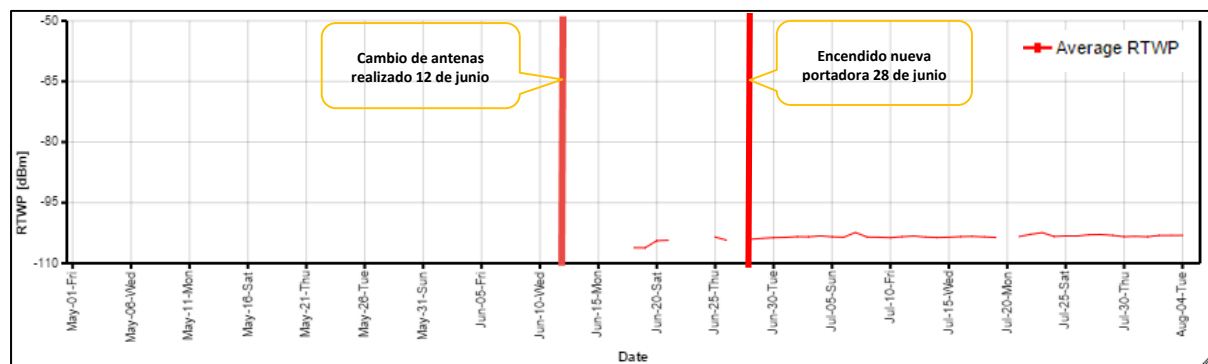


Figura 42. Análisis RTWP sector_3 nueva portadora NodoB.

- **Comparación de *Drive Test***

A continuación para verificar que no se ha tenido impacto negativo en la activación de la nueva portadora se realizó un *Drive Test* antes y después del cambio de antenas. Los datos se obtienen de la propagación de cada una de las antenas con lo cual comparamos si ha tenido algún impacto en su cobertura.

En el caso de la primera antena se puede observar que se realizó un recorrido muy parecido y que los niveles de cobertura no han tenido un impacto negativo luego del cambio de antenas.

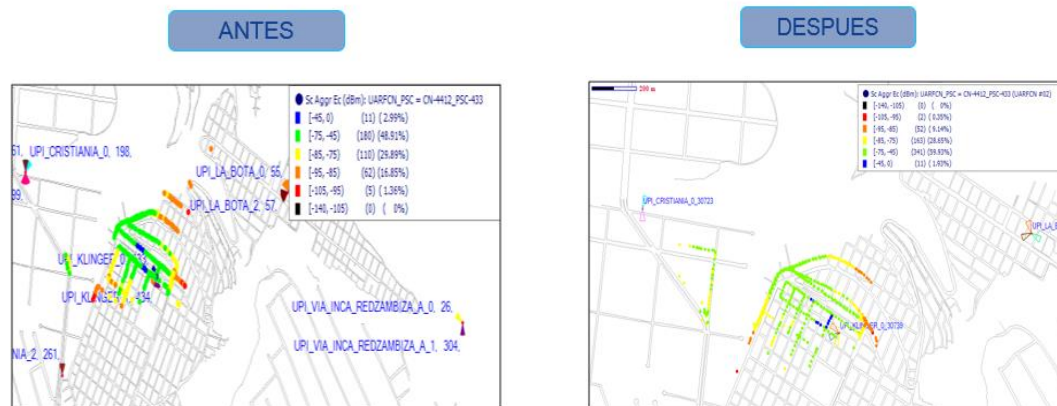


Figura 43. Comparación Drive Test sector_1.

En el caso de la segunda antena se puede observar que se tiene niveles parecidos antes y después del cambio de antenas, por lo que no se ha tenido degradación en cuanto a su cobertura como se muestra en la *Figura 44*.



Figura 44. Comparación Drive Test sector_2.

En el caso de la tercera antena se puede observar que se tiene mejores niveles de cobertura después del cambio de antenas indicando que no ha ocurrido un impacto negativo en RSCP.



Figura 45. Comparación Drive Test sector_3

En síntesis el desempeño de la estación no tuvo inconvenientes al implementar la nueva portadora, adicional se observa que el tráfico en el sitio ha disminuido en la primera portadora y se ha ido incrementado en la segunda portadora logrando así el objetivo deseado.

Con estas pruebas podemos ver que el servicio de telefonía móvil no ha sido afectado y se puede continuar con la implementación de la nueva portadora en los NodosB donde se realizó el cambio de antena, en este caso en Quito para luego pasar a la provincia de Azuay. C

4.6. Presupuesto Referencial

Para la implementación de la nueva portadora se han analizados los valores que ofrecen algunas marcas de antena, de igual manera se ha incluido en este presupuesto los valores de instalación, configuración, capacitación, gestión y optimización de la red. Luego de considerar estos ítems y tomando en cuenta los valores referenciales, se pudo determinar que el presupuesto mínimo necesario para la primera fase de implementación de la nueva portadora es de USD 1.103.691,00. En la tabla 7 se puede observar el presupuesto de forma detallada.

Este análisis ha sido tomado en cuenta por sector. Aproximadamente este proceso se lo realizará en 300 sectores en toda la parte de la Sierra.

Si se realiza una comparación de costos de la implementación de una nueva portadora con la implementación de nuevos NodosB se puede concluir que esta última es mucho más costosa debido a que se necesitan más equipos de Hardware, obras civiles, búsqueda de sitios para colocar el nuevo NodoB, optimización. Todo esto sin lograr una aumento significativo de capacidad, exponiéndose a un incremento en el ruido de piso RTWP y solapamientos con los sitios vecinos.

Dicho análisis depende de la marca y de la calidad del Hardware que va a ser adquirido lo cual también podría afectar a que los resultados sean diferentes ya que en el mercado se

puede encontrar equipos muchos más baratos pero no brindan la robustez necesaria debido a sus diferentes procedencias y estándares de calidad en la fabricación.

Tabla 7. Presupuesto referencial del proyecto de implementación.

UNIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	TOTAL
150	DBXLH-6565B-VTM	Andrew® Dual Band Antenna	\$ 950.00	\$ 142,500.00
150	DBXLH-6565C-VTM	Andrew® Dual Band Antenna	\$ 920.00	\$ 138,000.00
50	FSMB	System module for WCDMA/HSPA and LTE	\$ 8,000.00	\$ 400,000.00
250		Jumpers y Cables WCDMA	\$ 15.00	\$ 3,750.00
150		Licencia CE	\$ 426.00	\$ 63,900.00
200		Mano de obra	\$ 200.00	\$ 40,000.00
300		Optimización cambio de antenas	\$ 600.00	\$ 180,000.00
			Subtotal	\$ 968,150.00
			IVA 14%	\$ 135,541.00
			Total	\$ 1,103,691.00

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

- El análisis del tráfico actual de abonados dentro del país ayudó a determinar la necesidad de tomar nuevas medidas para la expansión de capacidad dentro de la red, de esta forma se buscó una nueva alternativa como es la implementación de una nueva portadora en la red UMTS gracias a la concesión de frecuencias otorgada por el gobierno Ecuatoriano.
- La descripción de las características de la red UMTS es muy importante para la comprensión de la tecnología que se está utilizando actualmente en cuanto a telefonía celular, adicional este análisis ayuda a visualizar los diferentes beneficios que ofrece la implementación de nuevas portadoras en la red como son: aumento de capacidad, mejoras en la calidad de llamadas de voz y velocidad de datos, ampliación de la red para futuros abonados, que contribuyen a una mejor experiencia de uso del servicio por parte del usuario final, proporcionado por las operadoras de telefonía celular en el país.
- Dentro del proceso de configuración de la nueva portadora que se implementa se debe tomar en cuenta varios aspectos y recomendaciones, que en base a la investigación y experiencia de otras redes desplegadas en diferentes países de Latinoamérica han ayudado a solventar varios problemas que se presentaron al momento del encendido de la segunda portadora en Ecuador.

- El *planning* de dimensionamiento de la red, la estrategia de movilidad, la parametrización para el balanceo de tráfico así como la revisión de estatus de *Hardware* fueron importantes para indicar el éxito en las pruebas realizadas, confirmando así que los objetivos propuestos para aumentar la capacidad de la red ayudarán a mejorar la calidad de la misma reduciendo el número de conexiones fallidas y de *drops* en la red.
- La investigación de los requisitos técnicos de Hardware fue muy importante para definir que tipo de módulos se implementarían en los NodosB, esto con el fin de no afectar el funcionamiento actual de la red, de esta manera también otorgar a la nueva red una mejora en el *Throughput* con el aumento de licencias para cada una de las características de la tecnología UMTS.
- La revisión de KPI's que se puede obtener con muestras tomadas de la red es una herramienta muy importante para poder determinar posibles problemas que se tengan el servicio, así como también ayuda a observar, los usuarios conectados y el tráfico que cursa por cada uno de los NodosB. Dentro de las pruebas de este trabajo se presentó un problema de sobrepropagación en un sector del NodoB, que gracias a los KPI's pudo ser detectado a tiempo para su pronta solución y de esta manera proseguir con el encendido de la nueva portadora en la red.
- Se tiene programado posteriormente activar *features* que permitan realizar el óptimo balanceo de tráfico para que las llamadas de voz que realice el usuario tengan una conexión en la primera portadora y el uso de datos preferentemente se conecte a la segunda portadora mejorando la eficiencia de la red.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda levantar posibles riesgos de la implementación, conociendo el Hardware y software instalado y el estatus de disponibilidad de banda, filtros, etc.
- Según la experiencia de este proyecto, se recomienda realizar pruebas previas a la instalación masiva con todos los casos posibles.
- Se debe acordar con el cliente las premisas para ampliaciones de banda base en caso de que no se cuente con posibilidad de máxima capacidad en todos los nodos.
- Se recomienda siempre realizar la respectiva auditoría en las estaciones para tener en cuenta los valores físicos con los cuales se va a configura las nuevas antenas duales para la segunda portadora.
- En la revisión de KPI's al encontrar problemas se recomienda en primer lugar revisar la configuración física del sitio para verificar que los valores sean los correctos, posterior a eso se revisará la configuración lógica del sitio para poder localizar la posible solución.
- La correcta revisión de vecindades es muy importante para minimizar los problemas que se puedan presentar en la activación de la nueva portadora, ya que al no tener declaradas las vecindades principalmente del primer anillo encontraríamos degradación en las eficiencias del nodo por la cantidad de llamadas que no realizan Handover.

Bibliografía

1. Agencia Regulación y Control de las Telecomunicaciones. (18 de Mayo de 2016). *Servicio Móvil Avanzado (SMA)*. Obtenido de Arcotel: <http://www.arcotel.gob.ec/servicio-movil-avanzado-sma/>
2. Díaz, N. (2014). Diseño de una red de transmisión de acceso UMTS (UTRAN) con Radio Mobile (Tesis de pregrado). Universidad de Sevilla. Sevilla, España.
3. Ericsson. (29 de junio de 2007). Guideline for a Deployment of a Second Carrier. Suecia.
4. Ericsson. (7 de septiembre de 2011). Additional WCDMA Carrier Deployment. Suecia.
5. Franco, I. (2 de diciembre de 2013). *Curso Nokia 3G*. Obtenido de Slideshare: <https://prezi.com/s7-kbpy9hyiz/copy-of-curso-nokia-3g/>
6. Husain, F. (10 de mayo de 2011). *Why CQI?* Obtenido de Slideshare: http://es.slideshare.net/faraz_husain/rscp-rssi-ecno-cqi
7. Munizaga, J. (4 de febrero de 2015). Obtenido de Wayerless Web site: <https://www.wayerless.com/2015/02/claro-y-movistar-pagaran-usd-330-millones-por-la-red-4g-en-ecuador/>
8. Romanenko, P. (26 de julio de 2013). *RU30 WBTS DIM V2*. Obtenido de Slideshare: <http://fr.slideshare.net/pavelromanenko1/ru30-wbts-dim-v2>
9. Trejo, E. (2013). Integración de Segunda Portadora en nodosB en Telefonía 3G en las islas del Caribe: Jamaica, Aruba, Bonaire y Curazao (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad universitaria, Mexico, D.F.

Anexos

(1) Antenna DBXLH-6565B-VTM Datasheet

Product Specifications



DBXLH-6565B-VTM

DualPol® Dual Band Antenna, 824–960 MHz and 1710–2180 MHz, 65° horizontal beamwidth, RET compatible variable electrical tilt



- Two DualPol® antennas under one radome
- Interleaved dipole technology providing for attractive, low wind load mechanical package
- Each antenna is independently capable of field adjustable electrical tilt
- Fully compatible with Andrew Teletilt® remote control system

CHARACTERISTICS

General Specifications

Antenna Type	DualPol® dual band
Brand	DualPol® Teletilt®
Operating Frequency Band	1710 – 2180 MHz 824 – 960 MHz

Electrical Specifications

Frequency Band, MHz	824–896	870–960	1710–1880	1850–1990	1920–2180
Beamwidth, Horizontal, degrees	68	67	67	64	60
Gain, dBd	13.5	13.9	15.7	16.1	16.2
Gain, dBi	15.6	16.0	17.8	18.2	18.3
Beamwidth, Vertical, degrees	11.0	10.0	4.8	4.6	4.4
Beam Tilt, degrees	0–10	0–10	0–6	0–6	0–6
Upper Sidelobe Suppression (USLS), typical, dB	16	15	15	15	15
Front-to-Back Ratio at 180°, dB	29	30	32	32	32
Isolation, dB	30	30	30	30	30
VSWR Return Loss, db	1.4:1 15.6	1.5:1 14.0	1.5:1 14.0	1.4:1 15.6	1.5:1 14.0
Intermodulation Products, 3rd Order, 2 x 20 W, dBc	-150	-150	-150	-150	-150
Input Power, maximum, watts	300	300	250	250	250
Polarization	±45°	±45°	±45°	±45°	±45°
Impedance, ohms	50	50	50	50	50
Lightning Protection	dc Ground	dc Ground	dc Ground	dc Ground	dc Ground

www.commscope.com/andrew

Join the Evolution

©2009 CommScope, Inc. All rights reserved.

All trademarks identified by ® or ™ are registered trademarks or trademarks, respectively, of CommScope. All specifications are subject to change. See www.commscope.com/andrew for the most current information.

page 1 of 4
11/3/2009

Product Specifications

DBXLH-6565B-VTM



Mechanical Specifications

Color	Light gray
Connector Interface	7-16 DIN Female
Connector Location	Bottom
Connector Quantity	4
Wind Loading, maximum	659.0 N @ 150 km/h 148.1 lbf @ 150 km/h
Wind Speed, maximum	201.0 km/h 124.9 mph

Dimensions

Depth	132.0 mm 5.2 in
Length	1935.0 mm 76.2 in
Width	269.0 mm 10.6 in
Net Weight	19.0 kg 41.9 lb

Remote Electrical Tilt (RET) Information

Model with Factory Installed AISG 1.1 Actuator	DBXLH-6565B-R2M
Model with Factory Installed AISG 2.0 Actuator	DBXLH-6565B-A2M
RET System	Teletilt®

Regulatory Compliance/Certifications

Agency	Classification
RoHS 2002/95/EC	Compliant by Exemption
China RoHS SJ/T 11364-2006	Above Maximum Concentration Value (MCV)



INCLUDED PRODUCTS



600899A-2

Downtilt Mounting Kit for 4.5 in (114.3 mm) OD round members

www.commscope.com/andrew

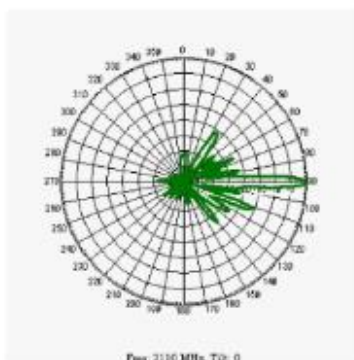
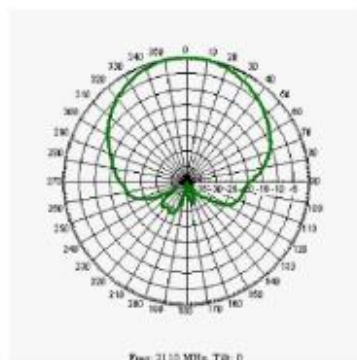
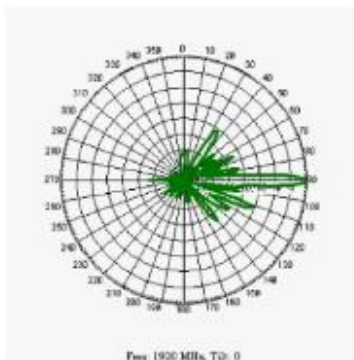
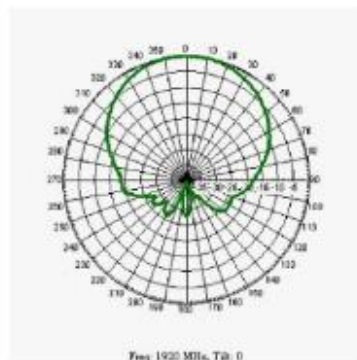
Join the Evolution

©2009 CommScope, Inc. All rights reserved.
All trademarks identified by ® or ™ are registered trademarks or trademarks, respectively, of CommScope. All specifications are subject to change.
See www.commscope.com/andrew for the most current information.

page 2 of 4
11/3/2009

Product Specifications

DBXIIH-6.565B-VTM



www.commscope.com/andrew


Join the Evolution

©2009 CommScope, Inc. All rights reserved.

All trademarks identified by ® or ™ are registered trademarks or trademarks, respectively, of CommScope. All specifications are subject to change. See www.commscope.com/andrew for the most current information.

page 4 of 4
11/3/2009

(2) Antenna DBXLH-6565C-VTM Datasheet

	<h3>DBXLH-6565C-VTM</h3> <p>DualPol® Dual Band Antenna</p>	<h3>Decibel®</h3> <p>Base Station Antennas</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Provides two independent dual pol antennas under one radome ■ Interlaced dipole technology providing for attractive, low wind load mechanical package ■ Each antenna is independently capable of field adjustable electrical down tilt ■ Fully compatible with Andrew Teletilt® remote control antenna system. 		

ELECTRICAL

Frequency (MHz) :	824 - 896	870 - 960	1710 - 1880	1850 - 1990	1920 - 2180
Polarization :	±45°	±45°	±45°	±45°	±45°
Gain (dBd/dBi) :	14.6/16.7	15/17.1	15.7/17.8	16.1/18.2	16.2/18.3
Azimuth BW (Deg.):	68	65	65	63	62
Elevation BW (Deg.):	8	7.5	5	4.7	4.4
Beam Tilt (Deg.):	0-8	0-8	0-6	0-6	0-6
USLS* (dB) :	15	15	15	15	15
Front-To-Back Ratio* (dB) :	26	26	30	30	25
Isolation (dB) :	>30	>30	>30	>30	>30
VSWR :	<1.5:1	<1.5:1	<1.5:1	<1.5:1	<1.5:1
PIM3 @ 2 x 20w (dBc) :	-150	-150	-150	-150	-150
Max. Input Power (Watts) :	250	250	250	250	250
Impedance (Ohms) :	50	50	50	50	50
Lightning Protection :	DC Ground	DC Ground	DC Ground	DC Ground	DC Ground

Notes: Same as ADFD0920-6565C-XDM. At maximum tilt angles, gain maybe slightly reduced.

MECHANICAL

Weight :	21.7 kg (48 lb)
Dimensions (LxWxD) :	2,573 x 274 x 137 mm (101.3 x 10.8 x 5.4 in)
Max. Wind Area :	0.35 m² (3.8 ft²)
Max. Wind Load (@ 100 mph) :	960.7 N (216 lbf)
Max. Wind Speed :	201 km/h (125 mph)
Hardware Material :	Galvanized Steel
Connector Type :	7-16 DIN - Female (4, Bottom)
Color :	Off White
Standard Mounting Hardware :	600899A-2



RET Ordering Information

Field Installed:	DBXLH-6565C-VTM
Factory Installed, ATM200 Series:	DBXLH-6565C-R2M

Andrew Corporation
2601 Telecom Parkway
Richardson, Texas U.S.A 75082-3521
Tel: 214.631.0310

Fax: 214.631.4706
Toll Free Tel: 1.800.676.5342
Fax: 1.800.229.4706
www.andrew.com

* - Indicates Typical
3/29/2007
dbtech@andrew.com

Information correct at date of issue but may be subject to change without notice.



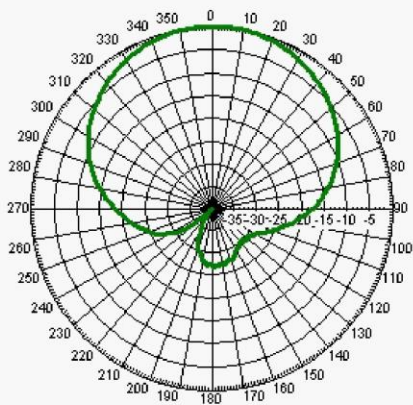
DBXLH-6565C-VTM

DualPol® Dual Band Antenna

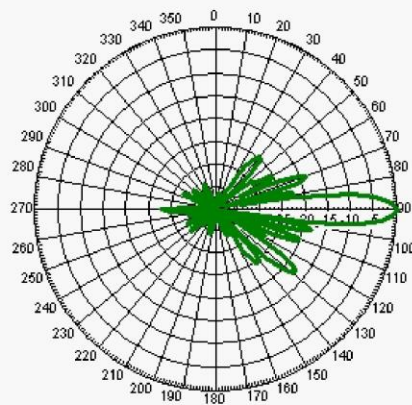
Decibel®
Base Station Antennas

AZIMUTH PATTERN

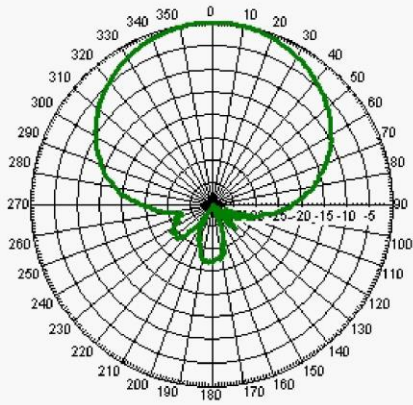
ELEVATION PATTERN



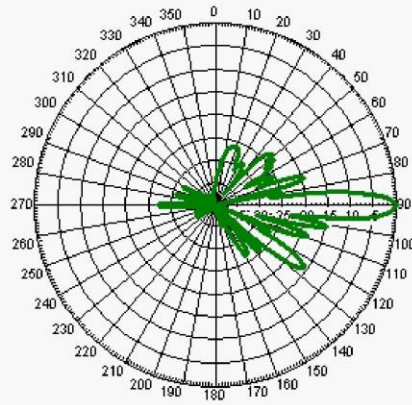
Freq: 850 MHz, Tilt: 0



Freq: 850 MHz, Tilt: 0



Freq: 940 MHz, Tilt: 0



Freq: 940 MHz, Tilt: 0

Andrew Corporation
2601 Telecom Parkway
Richardson, Texas U.S.A 75082-3521
Tel: 214.631.0310

Fax: 214.631.4706
Toll Free Tel: 1.800.676.5342
Fax: 1.800.229.4706
www.andrew.com

* - Indicates Typical
3/29/2007
dbtech@andrew.com

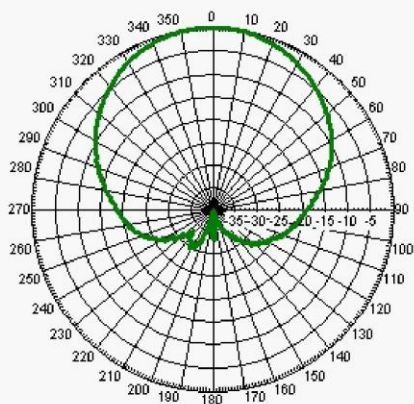
Information correct at date of issue but may be subject to change without notice.



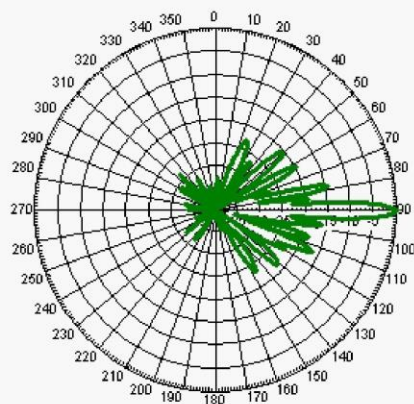
DBXLH-6565C-VTM

DualPol® Dual Band Antenna

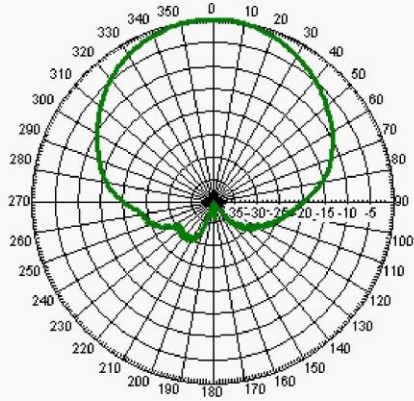
Decibel®
Base Station Antennas



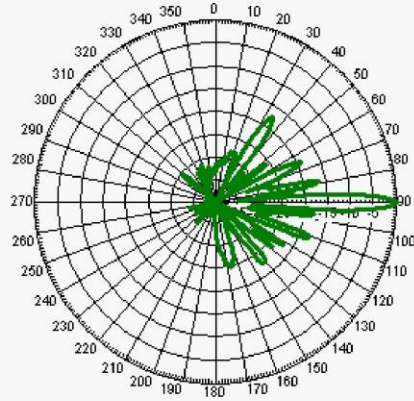
Freq: 1785 MHz, Tilt: 0



Freq: 1785 MHz, Tilt: 0



Freq: 1920 MHz, Tilt: 0



Freq: 1920 MHz, Tilt: 0

Andrew Corporation
2601 Telecom Parkway
Richardson, Texas U.S.A 75082-3521
Tel: 214.631.0310

Fax: 214.631.4706
Toll Free Tel: 1.800.676.5342
Fax: 1.800.229.4706
www.andrew.com

* - Indicates Typical
3/29/2007
dbtech@andrew.com

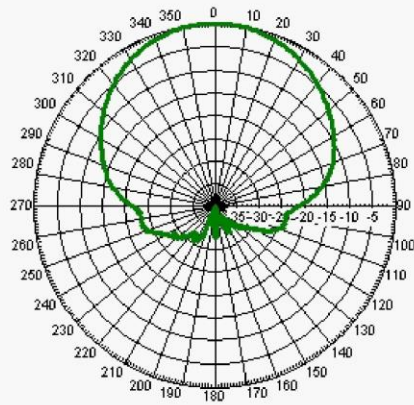
Information correct at date of issue but may be subject to change without notice.



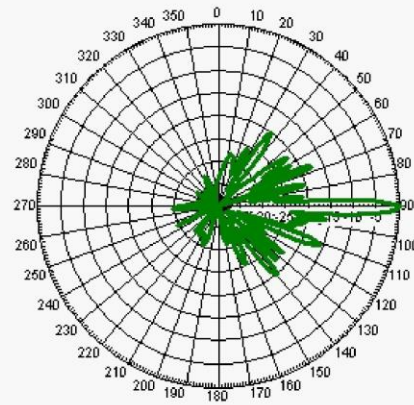
DBXLH-6565C-VTM

DualPol® Dual Band Antenna

Decibel®
Base Station Antennas



Freq: 2110 MHz, Tilt: 0



Freq: 2110 MHz, Tilt: 0

Andrew Corporation
2601 Telecom Parkway
Richardson, Texas U.S.A 75082-3521
Tel: 214.631.0310

Fax: 214.631.4706
Toll Free Tel: 1.800.676.5342
Fax: 1.800.229.4706
www.andrew.com

* - Indicates Typical
3/29/2007
dbtech@andrew.com

Information correct at date of issue but may be subject to change without notice.